

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Nová konstrukce kinematiky luxusního premium sedadla do vlaku

New Design of a Kinematics of the Luxury Premium Seat for Carriages

Student:

Bc. Tomáš Trčka

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Zdeněk Foltá, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Trčka**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 40 Konstrukce strojních dílů a skupin
Téma: **Nová konstrukce kinematiky luxusního premium sedadla do vlaku.
New Design of a Kinematics of the Luxury Premium Seat for Carriages**

Zásady pro vypracování:

Navrhnete rekonstrukci motorově polohovatelného sedadla.

1. Proveďte rozbor stávající konstrukce sedadla a jeho pohonu.
2. Navrhnete variantně možnost pohonu sedadla vícemotorově. Řešte pouze mechanickou část.
3. Zhotovte konstrukční návrh zvolené varianty pohonu.
4. Proveďte pevnostní a případně životnostní kontrolu zvolených kritických uzlů mechanismů.
5. Zhotovte sestavný výkres navržené varianty a výrobní výkresy v rozsahu dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

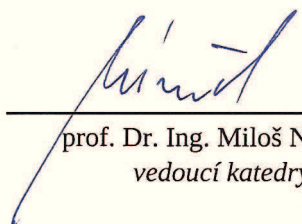
Boháček, F. *Části a mechanismy strojů I a II*. Brno: VUT Brno, 1987
Bolek, A. a kol. *Části strojů - svazek 1*. Praha: SNTL, 1990.
Němec, J. a kol. *Pružnost a pevnost ve strojírenství*. Praha: SNTL, 1989.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

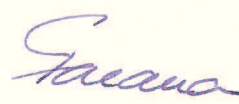
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Zdeněk Foltá, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....21.5.2012

.....*Tomáš Trčka*.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2012

Tomáš Trčka
.....
Bc. Tomáš Trčka

Adresa trvalého pobytu studenta:

Bc. Tomáš Trčka
Ostravice 645
739 14 Ostravice
Moravskoslezský kraj
Česká Republika

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

TRČKA, T., Nová konstrukce kinematiky luxusního premium sedadla do vlaku. Ostrava: Katedra částí a mechanismů strojů, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012, počet stran 73 s. Diplomová práce, vedoucí Foltá, Z.

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí stávajícího pohonu polohování luxusního premium sedadla do vlaku pro firmu BORCAD cz s.r.o. Principem celé práce bylo nahrazení nyní již používané jednomotorové varianty pohonu sedadla variantou, která se skládá z pohonu tří na sobě nezávislých motorů. V první části práce byl proveden rozbor již stávající konstrukční varianty s jedním motorem, který obsahuje popis a fungování celé konstrukce. V další a také nejrozsáhlejší části práce jsou popsány druhy návrhových variant pro konstrukci s použitím třech motorů. Je zde chronologicky popsán postup při návrhu každé této varianty a následně popsány vzniklé problémy, které se ukázaly po začlenění všech prvků do konstrukce sedadla. V poslední části práce byly provedeny kontrolní pevnostní výpočty vybraných nebezpečných míst v sestavě a provedeno zhodnocení finální konstrukční varianty.

ANNOTATION OF THESIS

TRČKA, T., New Design of a Kinematics of the Luxury Premium Seats for Carriages. Ostrava: Department of Machine Parts and Mechanisms, Faculty of Mechanical Engineering VŠB - Technical University of Ostrava, 20012, 73 p. Thesis, head Foltá, Z.

This thesis deals with the reconstruction of the existing drive luxury positioning premium seats on the train for the company BORCAD. The principle of the whole work was to replace the now-used variants of a single-seat variant of the actuator, which consists of a drive of three independent motors. In the first part was an analyzed already existing design of single-engine, which contains a description of the structure and functioning. The next and largest section describes types of design options for the design using three engines. There is chronologically describes how to design each of these options and then describe any problems encountered, which have proved the inclusion of all elements in the seat structure. In the last part of this work were carried out check stress analyzes of selected dangerous places in the report and the evaluation of the final structural variants.

Obsah

1.	Úvod.....	4
2.	Vlakové sedadlo třídy EXCELLENT	5
2.1	Původní řešení sedadla.....	7
2.2	Nastavení velikosti pohybu sedadla.....	9
2.3	Motory použité v konstrukci.....	10
2.4	Požadavek na seřizování motorů	12
2.5	Podmínky pro ukotvení motorů (návrh varianty uchopení).....	13
3.	Varianta č. 1 – použití motorů Linak LA31	14
3.1	Uchycení motoru č. 1	15
3.2	Uchycení motoru č. 2.....	17
3.3	Uchycení motoru č. 3.....	20
3.4	Zhodnocení celkové varianty s motory LA31	22
4.	Varianta č. 2 – použití motorů Linak LA27	23
4.1	Uchycení motoru č. 1	24
4.2	Uchycení motoru č. 2.....	27
4.3	Uchycení motoru č. 3.....	29
4.4	Zhodnocení celkové varianty s motory LA27	31
4.5	Vznesené požadavky pro konstrukci varianty č. 3	32
5.	Varianta č. 3 – zahrnutí všech vznesených požadavků	34
5.1	Hlavní prvky zjednodušení konstrukce.....	34
5.2	Uchycení motoru č. 1	35
5.2.1	Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 1	36
5.2.2	Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 2	38
5.2.3	Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 3	39
5.2.4	Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 4	40
5.3	Uchycení motoru č. 2.....	41
5.4	Uchycení motoru č. 3.....	44
5.5	Zhodnocení varianty č. 3 se začleněním všech požadavků	46
6.	Varianta č. 4 - Použití odlišných motorů Linak LA31 a LA23.....	49
6.1	Uchycení motoru č. 1	50
6.2	Uchycení motoru č. 2.....	51
6.3	Uchycení motoru č. 3.....	54

7.	Kontrolní výpočty namáhaných součástí	57
7.1	Určení velikostí motorů z maximálních zatížení	57
7.1.1	Stanovení potřebné síly pro motor č. 1	58
7.1.2	Stanovení potřebné síly pro motor č. 3	58
7.1.3	Stanovení potřebné síly pro motor č. 2	59
7.2	Použité materiály a jejich materiálové vlastnosti	60
8.	Pevnostní kontrola zvolených součástí	61
8.1	Pevnostní kontrola otočných čepů	61
8.1.1	Kontrola čepu motoru č. 1	61
8.1.2	Pevnostní kontrola dalších čepů	64
8.2	Pevnostní kontrola svarových spojů	65
8.2.1	Svarový spoj č. 1 – motor č. 1 zadní část motoru.....	65
8.2.2	Svarový spoj č. 2 – motor č. 2,3 zadní část motoru.....	68
9.	Závěr	71
10.	Seznam použité literatury	72
11.	Přílohy	73
12.	Poděkování	74

Seznam použitého značení

a	Velikost provedení svaru	mm
d	Průměr otočného čepu	mm
l_1, l_2, l_3, l_4	Délkové rozměry čepů	mm
p_1, p_2	Tlaky na styčných plochách čepů	MPa
p_D	Dovolený tlak na styčných plochách čepů	MPa
k_3, k_4	Převodní součinitele svaru	MPa
k_S	Statická bezpečnost	—
z	Jmenovitá tloušťka svaru	mm
L_{31}, L_{27}, L_{23}	Minimální zástavbové délky motorů	mm
$L_{\check{c}1}, L_{\check{c}2}, L_{\check{c}3}$	Výpočetní délky sedadla	mm
L_{ZAS}	Zástavbová délka motorů	mm
L	Zátěžná délka čepu	mm
F	Zatěžující síla na čep	N
F_1, F_2, F_3	Síly zatěžující sedadlo	N
$F_{\check{c}1}, F_{\check{c}3}$	Síly vyvozené zatěžováním sedadla	N
$F_{\check{c}M1}, F_{\check{c}M3}$	Síly na pístech motorů	N
M_{OMAX1}, M_{OMAX2}	Maximální ohybový moment	N · mm
S	Zdvih motoru	mm
β	Součinitel tloušťky svaru	—
σ_D	Dovolené napětí pro materiál 1.4301	MPa
$\sigma_{OMAX1}, \sigma_{OMAX2}$	Maximální ohybové napětí	MPa
$\sigma_{red1}, \sigma_{red2}$	Celkové napětí ve svaru	MPa
τ_S	Napětí ve střihu pro čep	MPa
τ_D	Dovolené napětí ve střihu	MPa
$\tau_{\parallel 1}, \tau_{\parallel 2}$	Smykové napětí ve svaru od posouvající síly	MPa
$\tau_{\perp 1}, \tau_{\perp 2}$	Smykové napětí ve svaru od ohybového momentu	MPa
$\tau_{\parallel DVS1}, \tau_{\parallel DVS2}$	Dovolené smykové napětí ve svaru od posouvající síly	MPa
$\tau_{\perp DVS1}, \tau_{\perp DVS2}$	Dovolené smykové napětí ve svaru od ohybového momentu	MPa

1. Úvod

Tématem této diplomové práce je rekonstrukce stávajícího pohonu polohování luxusního premium sedadla do vlaku. Ve stávající variantě sedadla je pohon zajištěn pouze jedním lineárním motorem, pomocí kterého jsou nastavovány všechny pohyby sedadla. To znamená, že jednotlivé pohyby jsou na sobě sekvenčně závislé a není tak možné seřadit sedadlo přesně dle přání zákazníka.

Z důvodu stále se zvyšujících požadavků na komfort cestování je cílem nového konstrukčního řešení nahrazení jednoho stávajícího motoru třemi a zajištění tak vzájemné nezávislosti všech třech možných pohybů částí sedadla.

Pro pohon těchto typů sedadel se v drtivé většině případů používají lineární aktuátory (motory) a to hlavně proto, že není nutné převádět rotační pohon na posuvný pomocí dalších mechanismů. Jejich další výhodou je velmi tichý chod, který je neméně důležitý pro zvyšující se nároky na komfort cestování.

Cíle práce

Na základě zadání a po konzultaci se zadavatelem a vedoucím práce jsem stanovil následující cíle:

- provést rozbor stávající konstrukce sedadla a jeho pohonu
- navrhnout varianty pro mechanickou část pohonu vícemotorového provedení sedadla
- zhotovit konstrukční varianty pohonu
- provést pevnostní výpočet zvolených kritických uzlů mechanismu
- vytvořit výrobní dokumentaci v zadaném rozsahu

2. Vlakové sedadlo třídy EXCELLENT

Tento typ sedadla, jehož rekonstrukci ve své práci řeším, je určen pro použití ve vlakových soupravách nejvyšších tříd. Z tohoto důvodu je designově a ergonomicky navrženo tak, aby splňovalo největší možné požadavky na komfort pro cestování vlakem (obr. 2.1).



Obr. 2.1 – Vlakové sedadlo třídy excellent (11)

Pomocí lineárního aktuátoru, který je integrován do konstrukce sedadla, je možná změna z pracovní polohy do relaxační a to prostřednictvím ovládače umístěného do pravé područky sedadla (obr. 2.2).



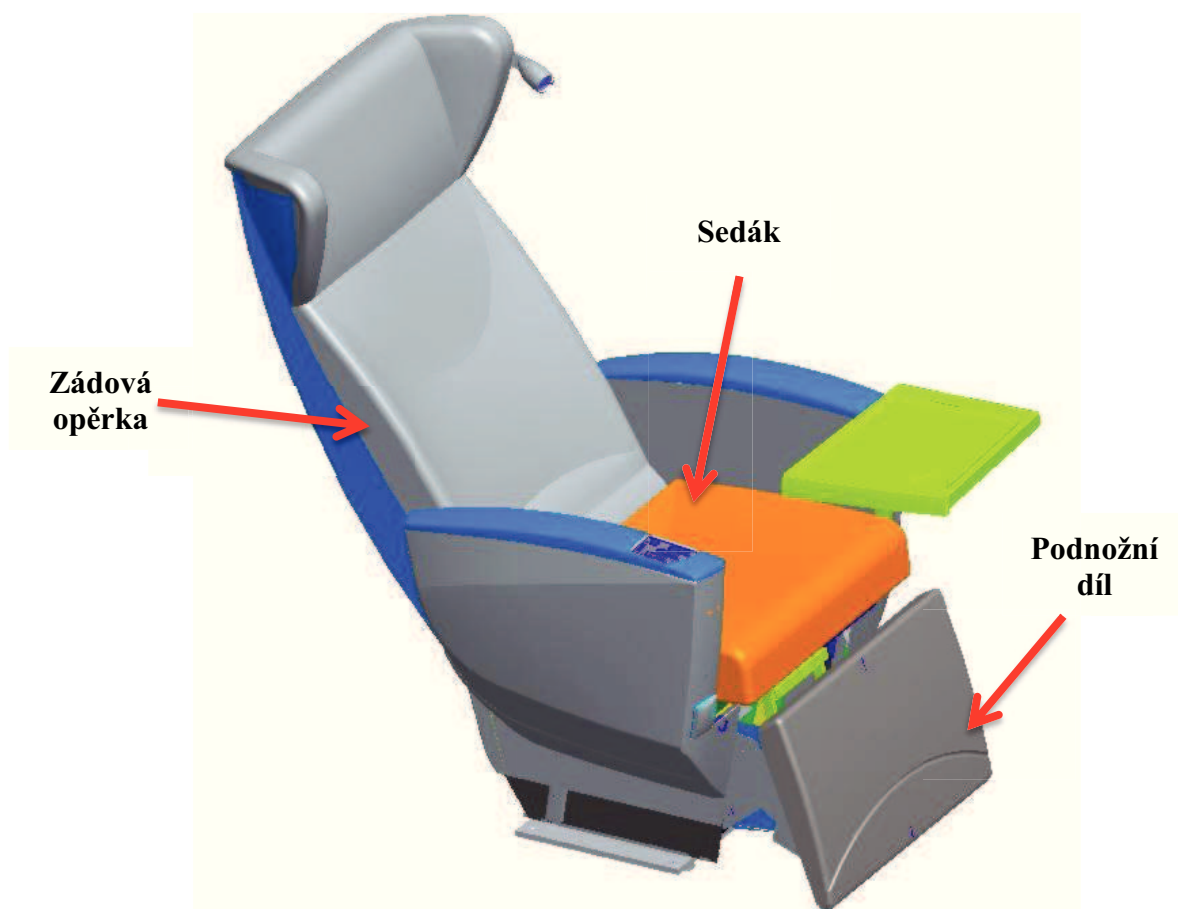
Obr. 2.2 - Detail ovládače v područce sedadla (11)

Toto sedadlo do jisté míry kombinuje soukromí automobilu s pohodlím kanceláře a útulností domova. Výklopný podnožní díl spolu s ergonomickým naklopením zádového dílu vytvářejí ideální prostředí pro relaxaci na dlouhých cestách.

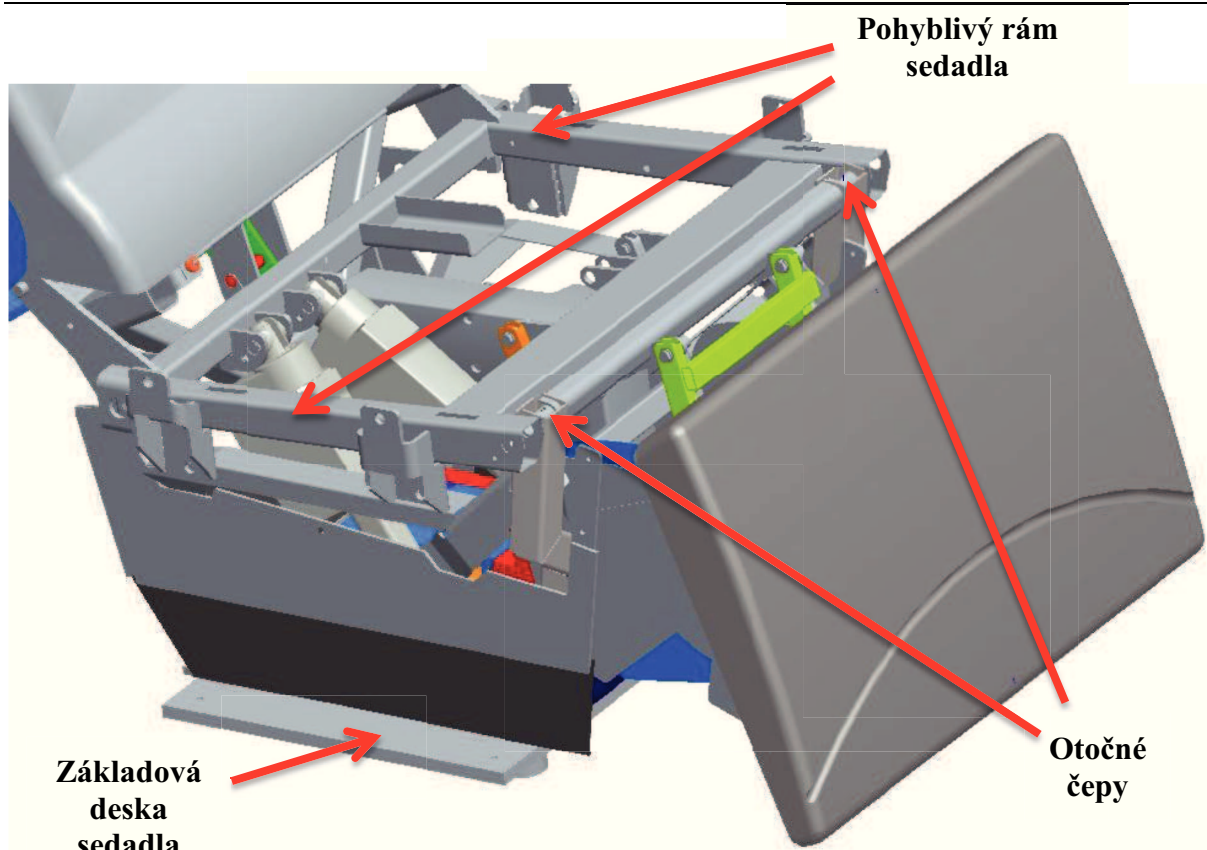


Obr. 2.3 - Zástavba sedadla ve vlaku (11)

Ve svém principu se konstrukce sedadla skládá z následujících částí:



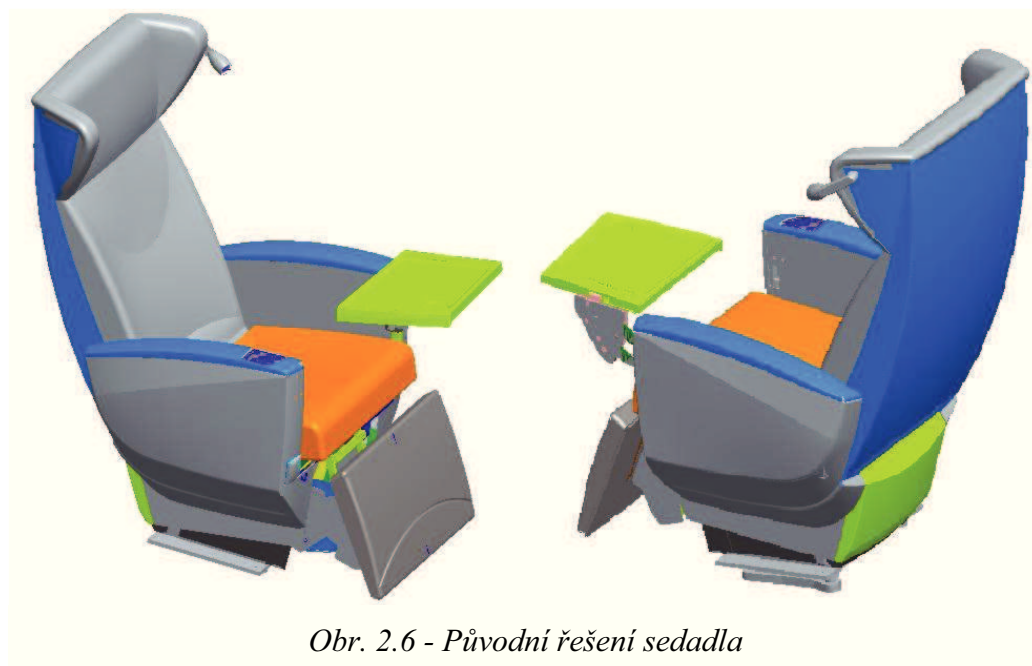
Obr. 2.4 – Popis částí sedadla



Obr. 2.5 - Popis částí sedadla (detail)

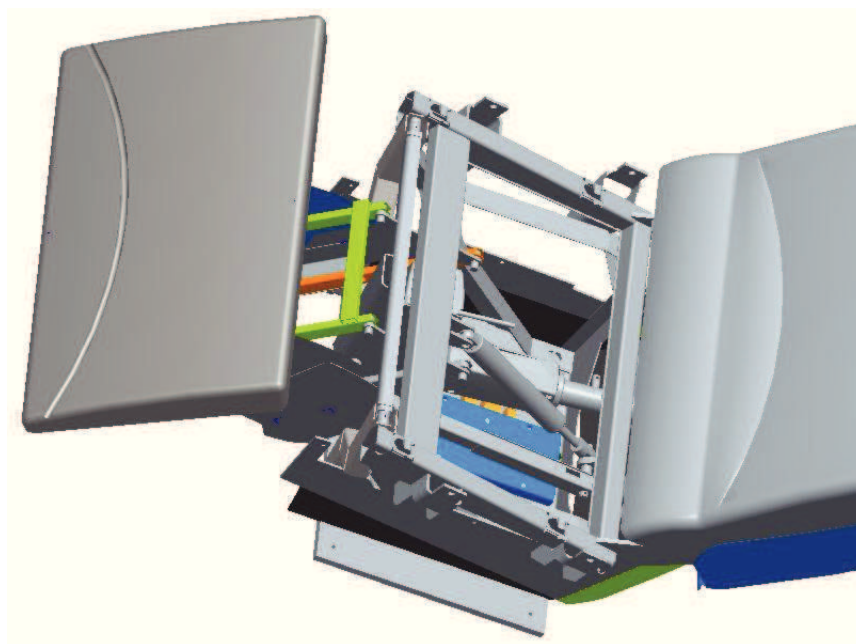
2.1 Původní řešení sedadla

V původním provedení sedadla byl pro zajištění pohybu integrován do konstrukce lineární aktuátor neboli motor Linak LA31. Tento lineární aktuátor zajišťuje polohování sedadla a to ve všech třech požadovaných pohybech. Tento pohyb sedadla vykonával sedák, zádová opěrka a podnožní vysouvací opěrka.

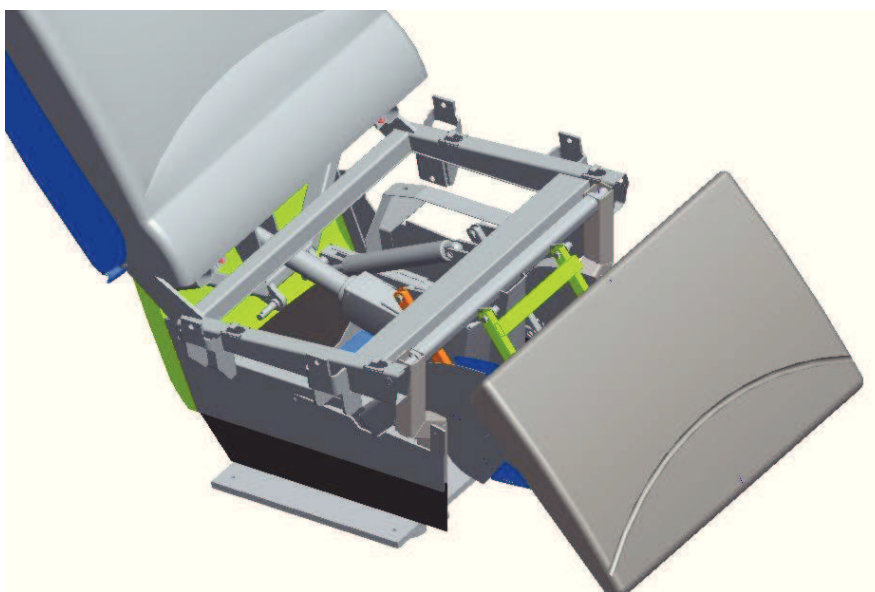


Obr. 2.6 - Původní řešení sedadla

Celkový mechanismus byl poháněn pomocí lineárního aktuátoru Linak LA31. První fázi pohybu vykonal pouze sedák, který se zvedal a narovnával do přímé polohy. V druhé fázi pohybu vykonávaly společný pohyb zádová opěrka a podnožní vysouvací díl. Tento společný pohyb byl v tomto mechanismu zajištěn pomocí plynové pružiny a táhla, jak je viditelné na (obr. 2.7) a (obr. 2.8). Pružina byla v mechanismu nastavena pro přenos předem stanovené síly a po překročení tohoto limitního zatížení začal lineární aktuátor přenášet sílu i na další části mechanismu.



Obr. 2.7 – Uložení původního motoru v sestavě (horní pohled)

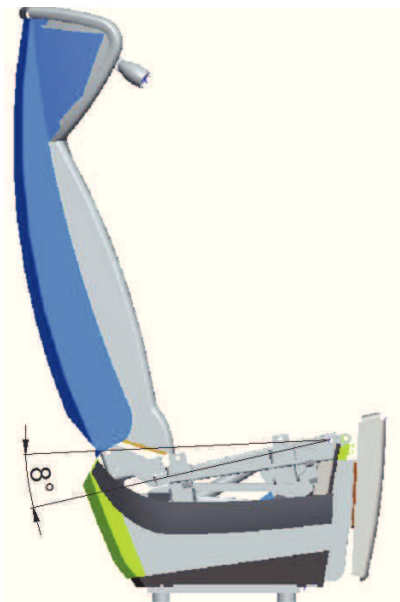


Obr. 2.8 – Uložení původního motoru v sestavě (boční pohled)

2.2 Nastavení velikosti pohybu sedadla

Ve stávající jednomotorové verzi sedadla jsou určeny rozsahy pohybů sedadla. Tyto rozsahy jsou uvedeny na (obr. 2.9) a (obr. 2.10). Ve zpracovávané 3 motorové variantě musí být tyto rozsahy zachovány.

Pohyb č. 1 (Pohyb sedáku) – úhel natočení sedáku je 8°

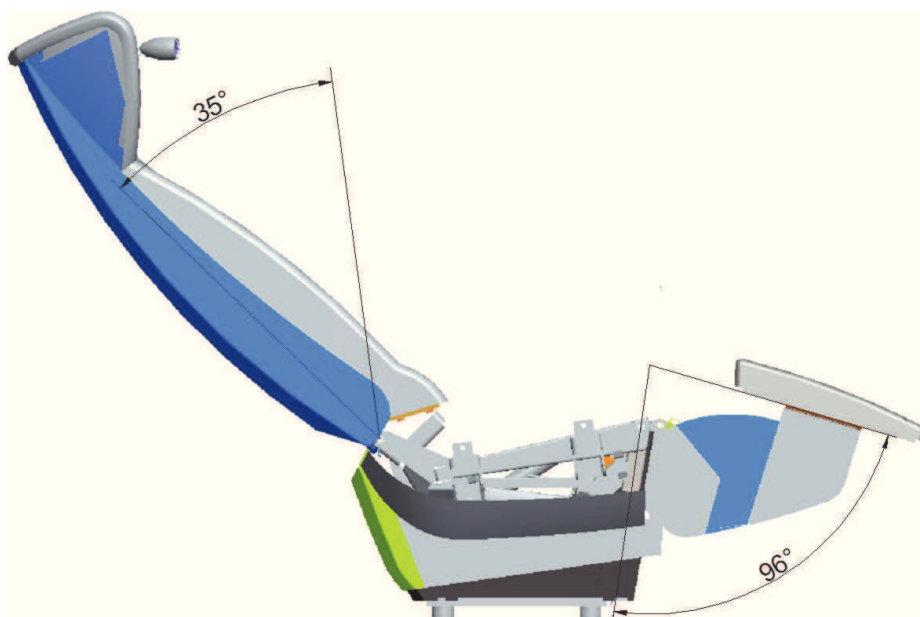


Obr. 2.9 – Pohyb sedáku

Pohyb č. 2 (Společný pohyb zadové opěrky a podnožního dílu)

– úhel natočení zadové opěrky je 35°

– úhel natočení podnožního dílu je 96°



Obr. 2.10 – Pohyb zadové opěrky a podnožního dílu

2.3 Motory použité v konstrukci

Lineární aktuátory vyrábí řada firem, například Linak, Transmotec, HIWIN. Pro řešení jsem použil motory od firmy Linak, protože je firma BORCAD používá ve všech svých produktech a mají s těmito motory dobré zkušenosti.

Linak LA31

Aktuátor LA31 je velmi tichý a má silný pohon, vhodný pro nejrůznější využití a to například v nábytku. Díky velké zdvihové síle, svému tvaru a třídě krytí je motor Linak LA31 ideální pohon pro použití ve zdravotnickém sektoru, například v postelích.

Základní parametry Linak LA31:

- Max. síla: 6000 N v tlaku
- Max. síla: 4000 N v tahu



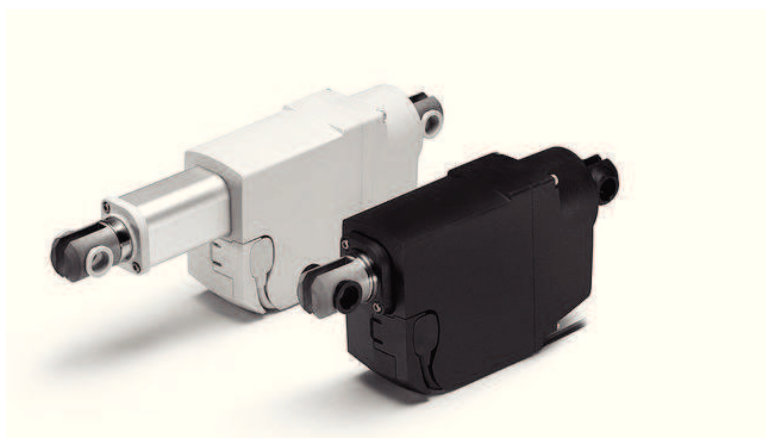
Obr. 2.11 - Linak LA31 (12)

Linak LA23

Pohon Linak LA23 je malý a silný aktuátor, který určený pro použití v tahu či tlaku (až 2500 N). Lze jej použít v různých aplikacích, kde je limitujícím faktorem velikost pohonu. Tento pohon je vhodný pro použití ve zdravotnické technice a u různých typů pohyblivých sedadel.

Základní parametry Linak LA23:

- Velká zdvihová síla
- Max. síla: 2500 N



Obr. 2.12 - Linak LA23 (12)

Linak LA27

Lineární zdvihový aktuátor LA27 je silný pohon vhodný například pro lůžka domácí péče. Zdvihový pohon LA27 je vyvinut pro použití v tlaku i tahu.

Základní parametry Linak LA27:

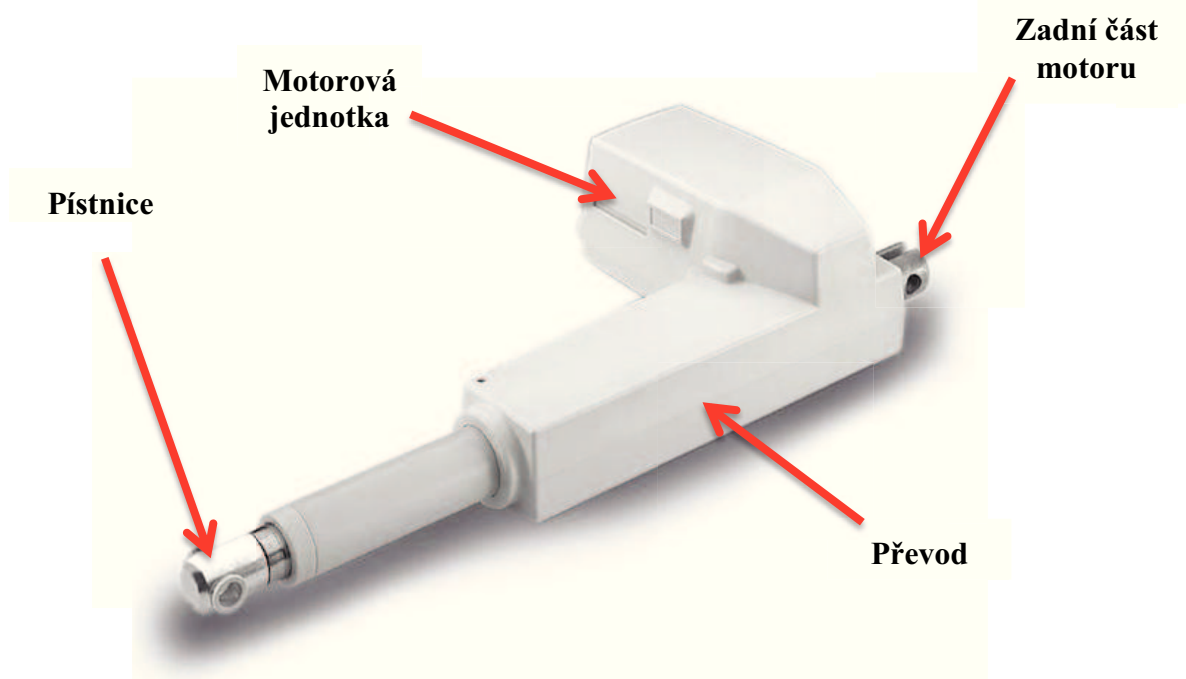
- Max. síla: 6000 N v tlaku
- Max. síla: 4000 N v tahu



Obr. 2.13 - Linak LA27 (12)

Vysvětlení názvosloví motorů

Lineární motory jsou složeny z třech základních částí. Jedná se o dva úchyty a to úchyt zadní části motoru a pístnice motoru, které slouží k upevnění celého motoru do rámu stroje. Další částí je motorová jednotka, která svými rozměry výrazně zasahuje do omezeného prostoru sedadla.



Obr. 2.14 – Popis částí motoru (12)

2.4 Požadavek na seřizování motorů

Motory firmy Linak jsou vyráběny, jako každé strojní součásti v určité toleranci výrobních rozměrů. Z tohoto důvodu byl tedy vznesen požadavek od firmy BORCAD na zpracování konstrukce úchytů motorů, kde by byla možnost seřizování poloh uložení použitých motorů. Dodávané motory jsou vyráběny v délkové toleranci úchytů motoru ± 2 mm. Tato výrobní nepřesnost způsobuje problémy hlavně v případě pohybu zádové opěrky, protože v horních částech způsobí výrobní nepřesnost vychýlení opěrky až o ± 25 mm.

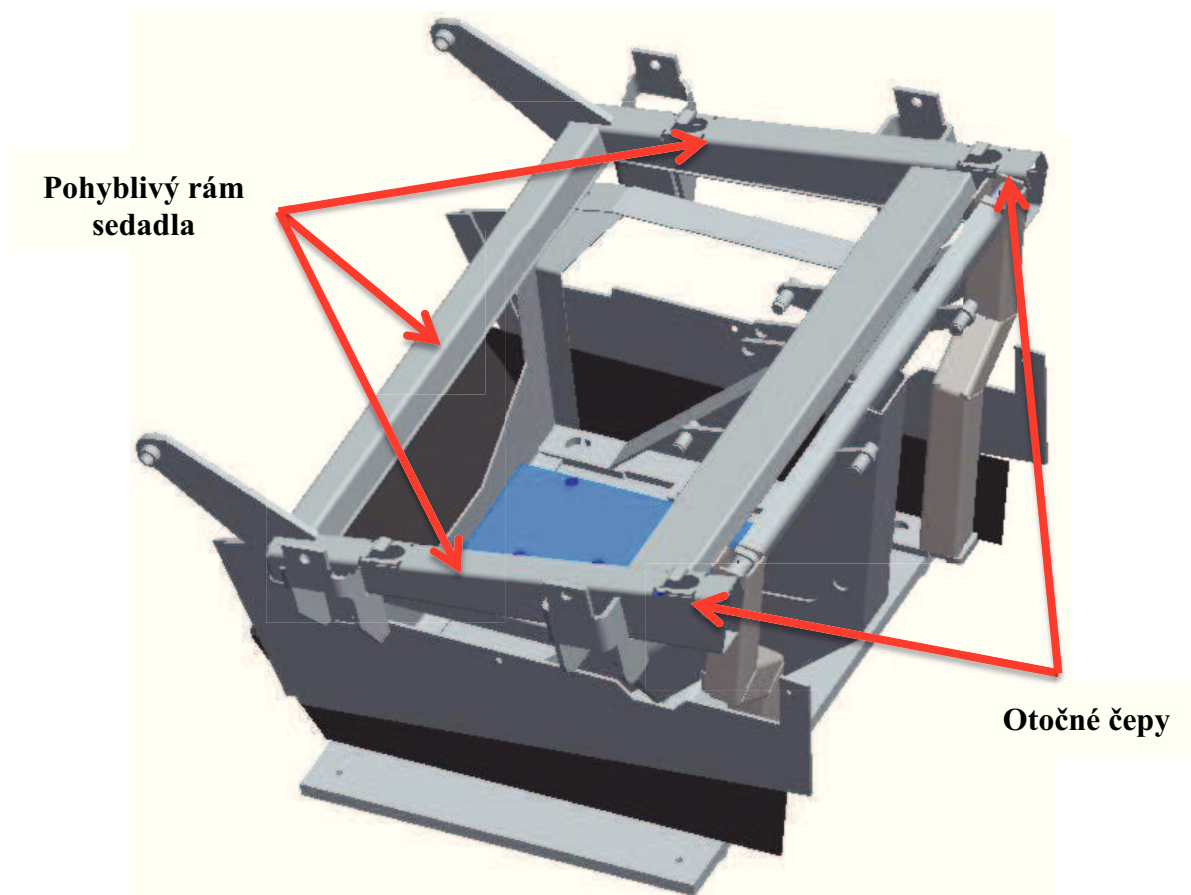


Obr. 2.15 – Výchylka motoru

Z tohoto důvodu bylo nutné do řešení třímotorové varianty sedadla zakomponovat i možnost nastavení polohy uchycení motoru a to pro motor, který ovládá pohyb zádové opěrky a pro motor, který bude ovládat pohyb sedáku sedadla. Pro motor, který ovládá výsuv podnožního dílu, není nutné seřizování použít a to z důvodu nevýznamného rozdílu polohy při výše zmiňovaných výrobních tolerancích motoru.

2.5 Podmínky pro ukotvení motorů (návrh varianty uchopení)

Z důvodů pohybu celé konstrukce a požadavku na to, že každý motor, který je obsažen v konstrukci, musí zajišťovat samostatně každý z požadovaných pohybů a to za podmínky, že při pohybu jakéhokoliv motoru musí všechny zbylé dva motory být v nepohyblivém stavu (v klidu) vyplývá, že se všechny zadní úchyty motorů musí nacházet na společném pohyblivém rámu sedadla (obr. 2.16).



Obr. 2.16 – Podmínky pro ukotvení motorů

Při takto zvolené konstrukci je splněna výše zmiňovaná podmínka a každý z použitých motorů je schopen vykonávat pohyb samostatně.

V následující části práce se budu zabývat popisem návrhových konstrukčních variant:

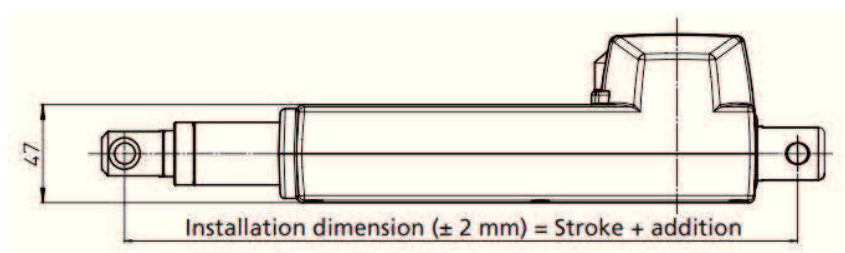
- **varianta č. 1** – použití stávajících motorů Linak LA31 (kapitola 3)
- **varianta č. 2** – použití menších motorů typu Linak LA27 (kapitola 4)
- **varianta č. 3** – použití motorů Linak LA27 s úpravami seřizovacích mechanismů (kapitola 5)
- **varianta č. 4** – finální varianta s použitím motorů Linak LA31 a Linak LA23 (kapitola 6)

3. Varianta č. 1 – použití motorů Linak LA31

V první variantě požadovaného pohonu jsem zjišťoval, na základě požadavku zadavatele, jestli je možné, použití současně používaných motorů Linak LA31 a to z důvodů znalosti těchto motorů firmou BORCAD a již úspěšné aplikaci v jiných produktech firmy.

Minimální požadavky pro použití Linak LA31

Při použití Motoru Linak LA31 je dle katalogu (13) minimální zástavbová délka motoru $L_{31} = 289$ mm. Tuto veličinu lze dle přání zákazníka upravovat na libovolnou možnou délku větší než je daná minimální zástavbová délka motoru.



Obr. 3.1 – Minimální zástavbová délka motoru Linak LA31 (13)

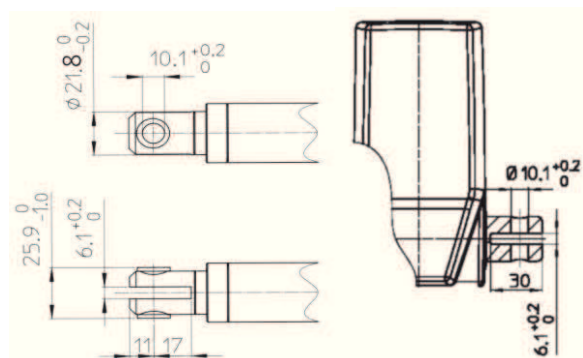
Tab. 3.1 – Velikost zástavbové délky motoru

Back Fixture				
1/2 and 7/8	S + 173 mm	288 mm	S + 189 mm	289 mm
5/6	S + 173 mm	288 mm	S + 189 mm	289 mm
A/B	S + 176 mm	291 mm	S + 192 mm	292 mm

Pro další úvahy a konstrukční návrhy jsem zvolil zástavbovou délku motoru $L = 289$ mm.

Tvary úchytů motoru Linak LA31

Pohon se do konstrukce sedadla uchycuje pomocí úchytů, které jsou na každém z dvou konců motoru. Přesné vymezení polohy motoru na otočném čepu je zajištěno pomocí plastové vložky, která je vložena v oku motoru. Detail úchytů motoru Linak LA31 je vidět na (obr. 3.2).

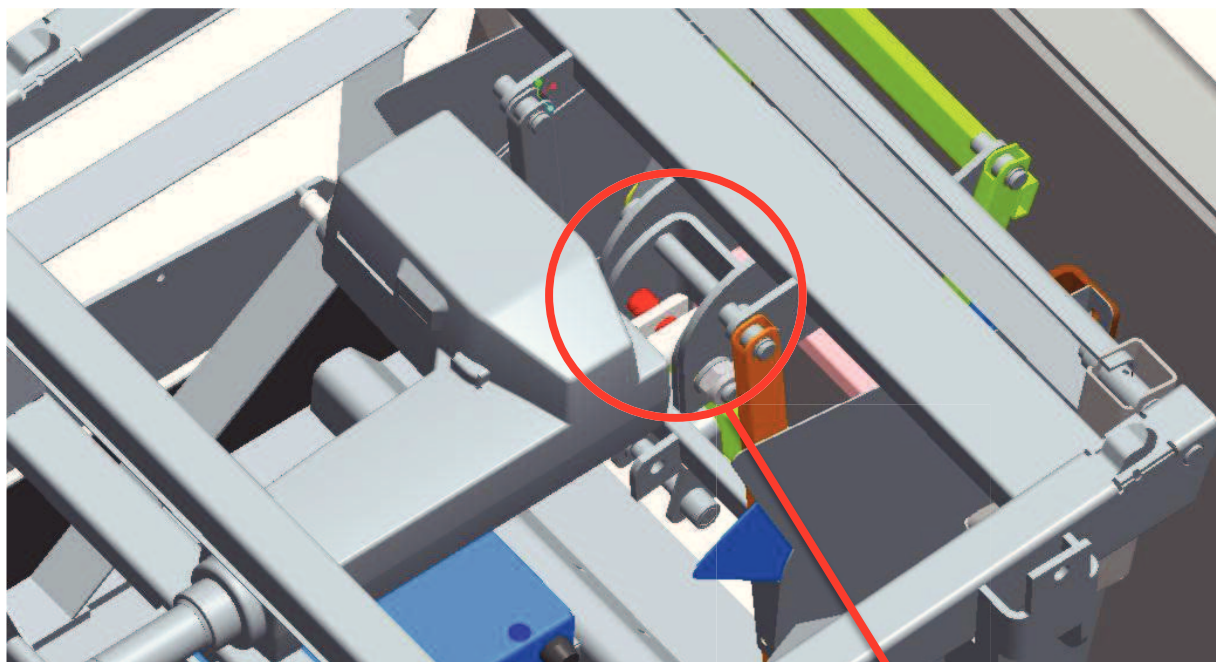


Obr. 3.2 – Tvar úchytu motoru Linak LA31 (13)

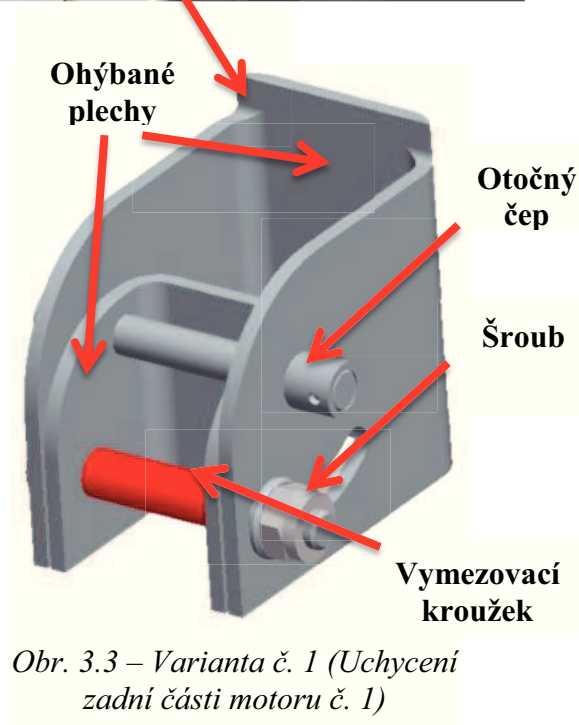
3.1 Uchycení motoru č. 1

Uchycení zadní části motoru

Z důvodů požadavku na seřízení motoru č. 1 jsem provedl návrh seřizovacího mechanismu. Tento mechanismus je umístěn na pohyblivém rámu sedadla pomocí svarového spoje. Konstrukce mechanismu je viditelná na (obr. 3.3).



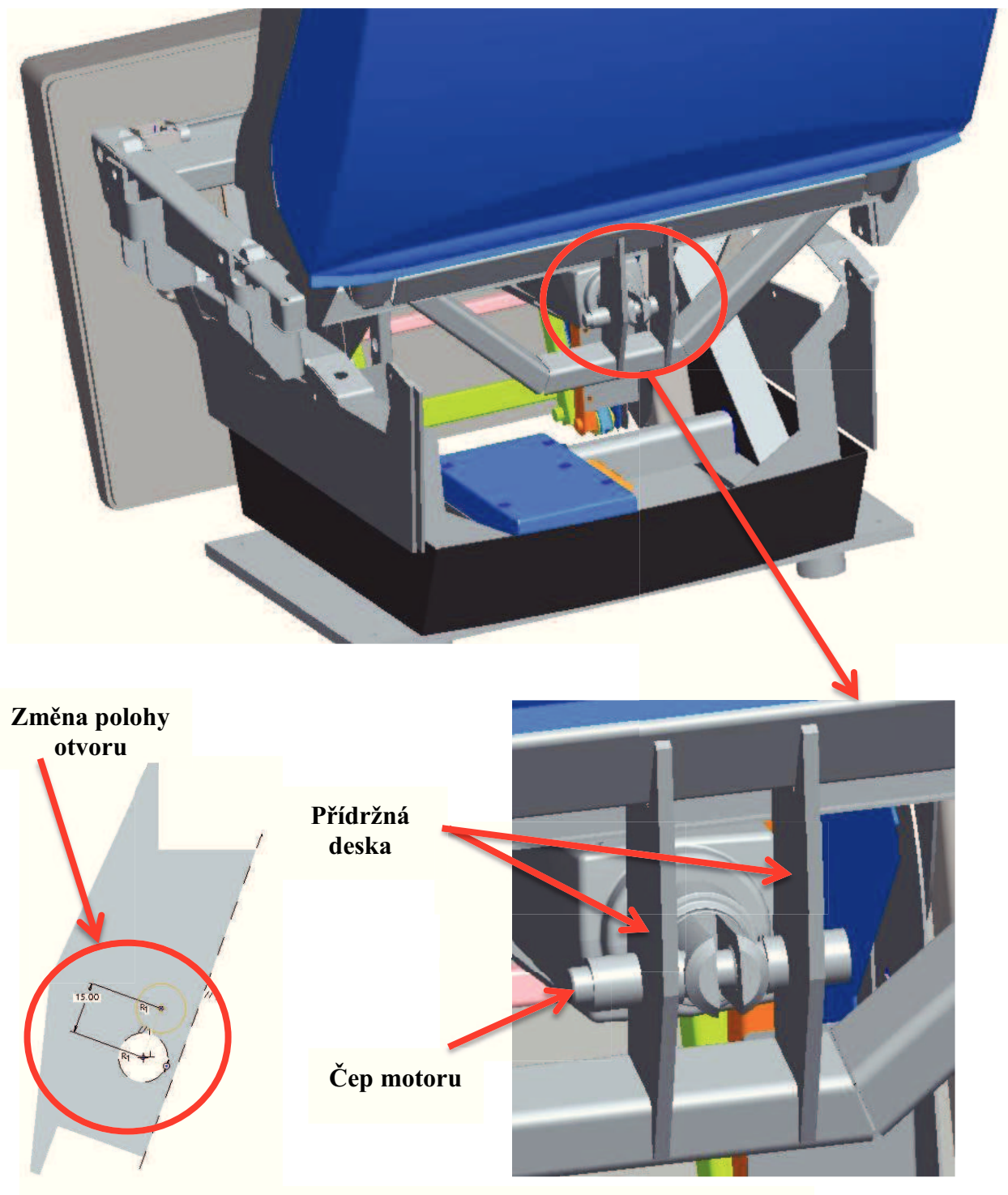
Tento seřizovací mechanismus je sestaven ze dvou do sebe vložených ohýbaných plechů. Jejich vzájemná poloha je zajištěna pomocí otočného čepu. Ve vnějším ohýbaném plechu je drážka, která zajišťuje možný pohyb spojených součástí vůči sobě. Celkové zajištění mechanismu proti pohybu je provedeno pomocí šroubu, který spolu s pojistnou maticí a podložkou zajišťuje sevření celého mechanismu a zamezení jejich vzájemnému pohybu. Z důvodu sevření celého mechanismu je do sestavy vložen vymezovací kroužek, který se po dotažení šroubu vzpříčí a zajistí dostatečné sevření mechanismu.



Obr. 3.3 – Varianta č. 1 (Uchycení zadní části motoru č. 1)

Uchycení pístnice motoru

V této variantě, byl pro uchycení motoru zachován úchytný prvek (přídržná deska) se stávající jednomotorové varianty. Jedinou změnou, která byla u této varianty provedena, byla změna polohy otvoru v přídržné desce a tím pádem změněna poloha čepu, na kterém se uchycený motor otáčí.



Obr. 3.4 - Varianta č. 1 (Uchycení pístnice motoru č. 1)

Zhodnocení varianty uchycení motoru č. 1

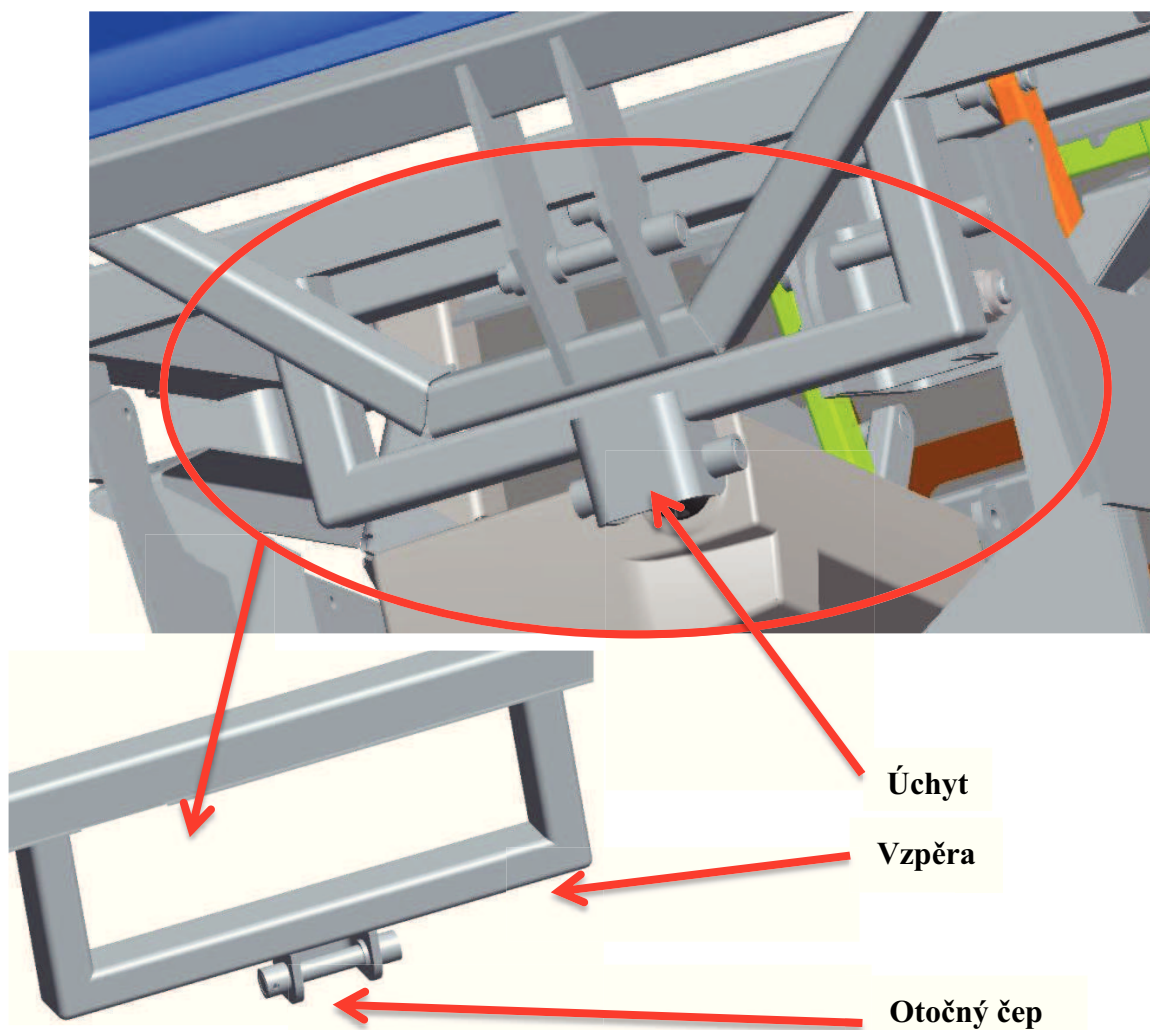
Pro uchycení zadní části motoru jsem navrhl seřizovací mechanismus, pomocí kterého lze seřadit délkové výrobní nepřesnosti motoru. Celkové zajištění mechanismu proti pohybu je provedeno pomocí šroubu s pojistnou maticí a podložkou.

Pro uchycení pístnice motoru jsem využil stávajícího řešení, které je použito v již používané jednomotorové variantě.

Celkově se tato varianta uchycení motoru zdá vhodná, ale největších potíží se dosahuje v nedostatečném zajištění pohybu seřizovacího prvku. V případě takové konstrukce seřizovacího prvku je potřeba zajištění polohy motoru více způsoby než pouze sevřením celého mechanismu. Po konzultacích ve firmě BORCAD byla tato varianta seřizování zamítnuta.

3.2 Uchycení motoru č. 2

Uchycení zadní části motoru



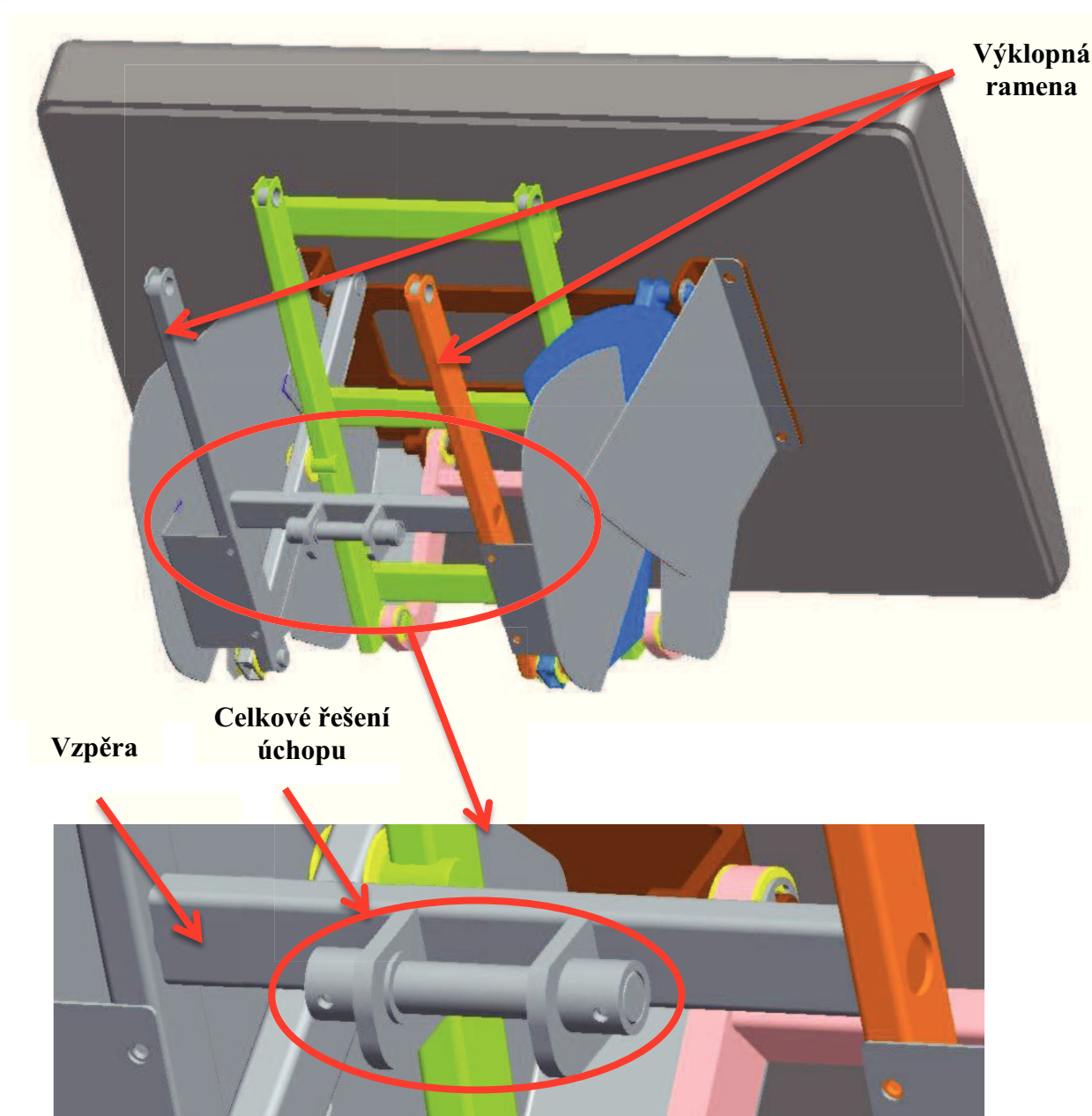
Obr. 3.5 - Varianta č. 1 (Uchycení zadní části motoru č. 2)

Pro motor č. 2 nebyl stanoven požadavek na seřizování motoru. Z tohoto důvodu tedy u tohoto motoru bude varianta provedena pouze s pevnými úchyty bez možnosti seřízení.

Z nutnosti umístit motor č. 2 na otočné rameno sedadla, bylo nutné vložit do sestavy obdélníkový profil, na který je následně připevněn pomocí svarového spoje úchyt motoru.

Uchycení pístnice motoru

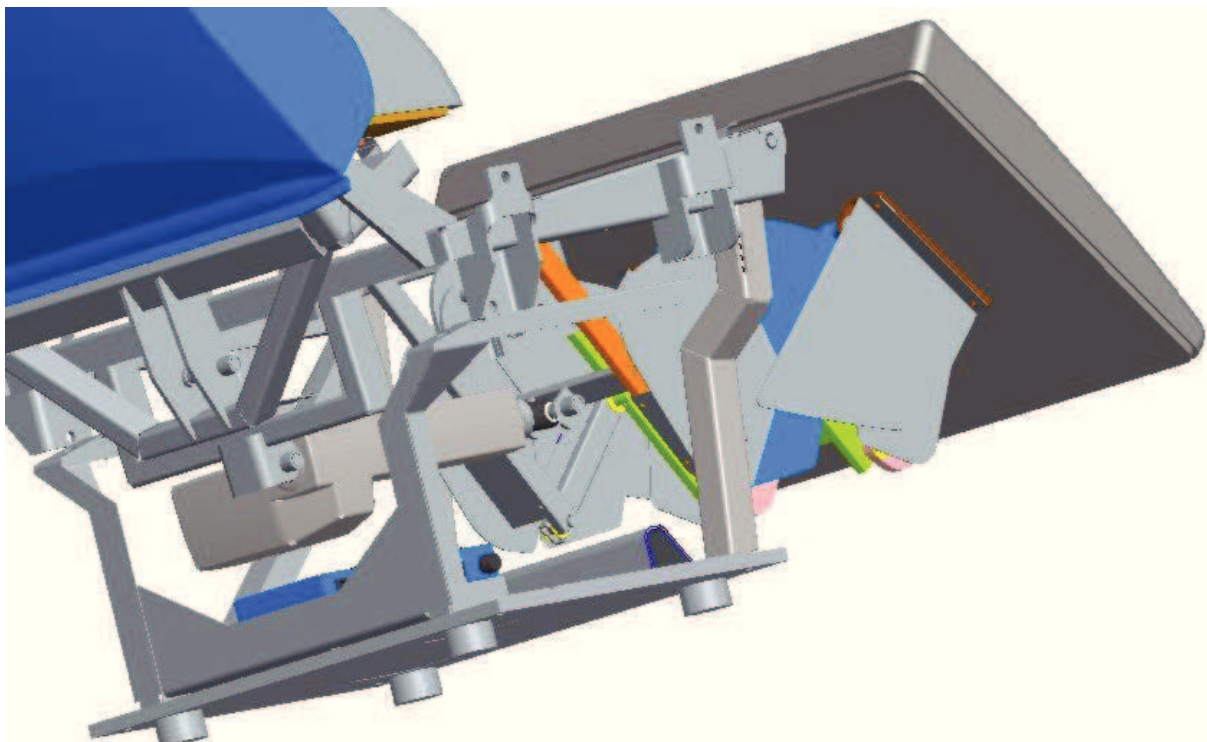
Konstrukce úchytu pro pístnici motoru č. 2 je začleněna do konstrukce podnožního dílu. Úchyt je upevněn na obdélníkovém profilu, který je vložen mezi výklopná ramena podnožního dílu. Tato varianta je také vhodná z důvodů zpevnění celé konstrukce.



Obr. 3.6 - Varianta č. 1 (Uchycení pístnice motoru č. 2)

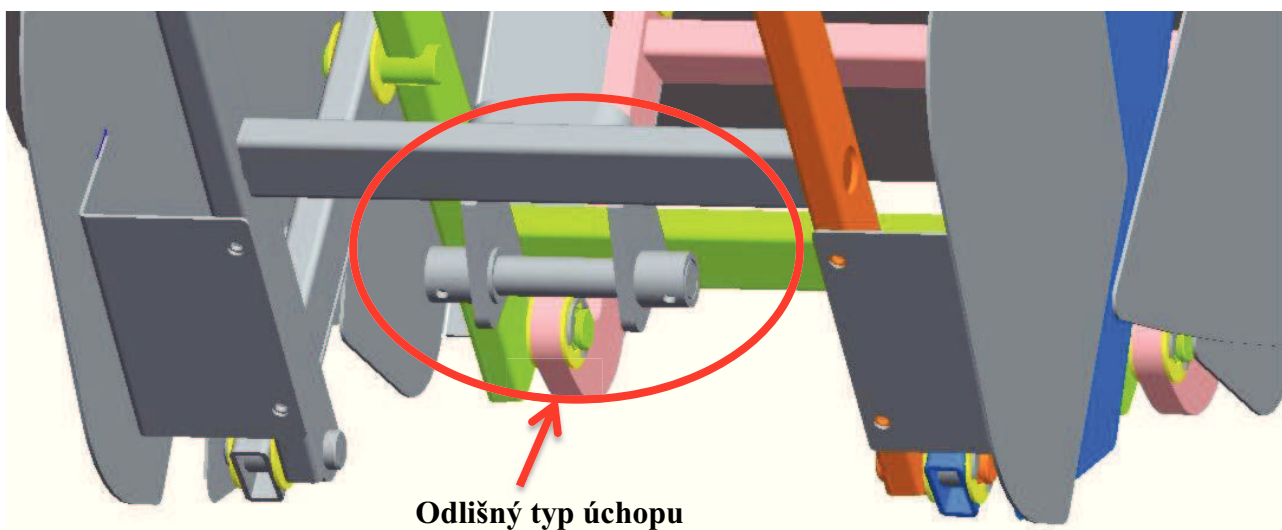
Problémy vzniklé s ustavením motoru č. 2 s Linak LA31

V případě motoru č. 2 a při tomto rozložení úchytů je maximální zástavbová délka $L_{ZAS} = 220$ mm. V důsledku toho je pro toto rozložení motor Linak LA31 nevyhovující.



Obr. 3.7 – Varianta č. 1 (Problémy vzniklé s ustavením motoru č. 2 s Linak LA31)

Pro uchycení motoru a tím dosáhnutí potřebné minimální zástavbové délky motoru Linak LA31 $L_{31} = 289$ mm bylo provedeno několik variant úchytů. Jako je například úchyt viditelný na (obr. 3.8). Ale potřebné zástavbové délky nebylo dosaženo ani po těchto úpravách.



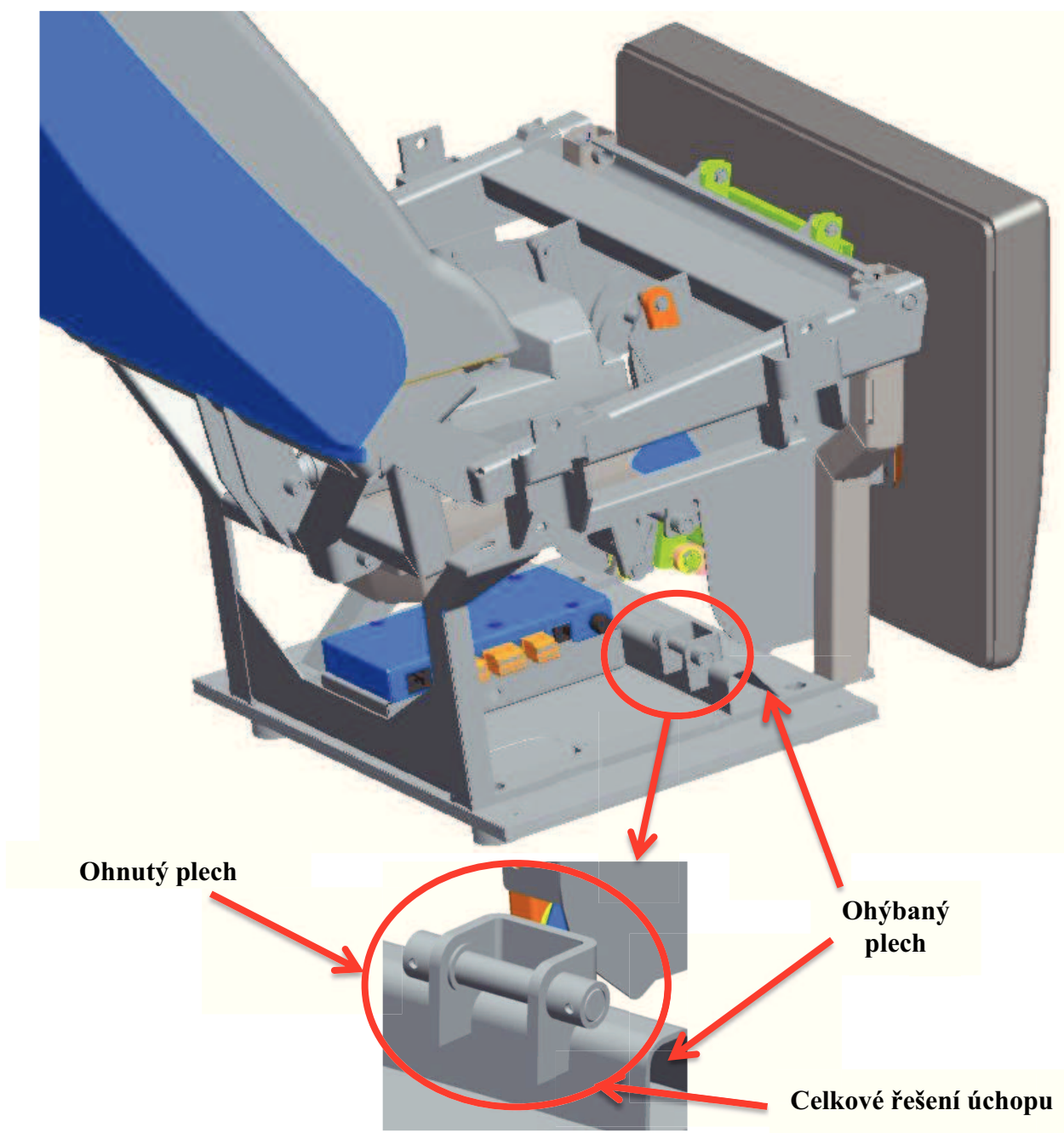
Obr. 3.8 – Varianta č. 1 (Nový typ úchopu pro motor č. 2)

3.3 Uchycení motoru č. 3

V první části vývoje třímotorové varianty sedadla nebylo požadováno vytvoření seřizovacího mechanismu pro motor č. 3 (motor ovládající pohyb sedáku). Z tohoto důvodu nebyl začleněn tento seřizovací mechanismus do konstrukce.

Uchycení zadní části motoru

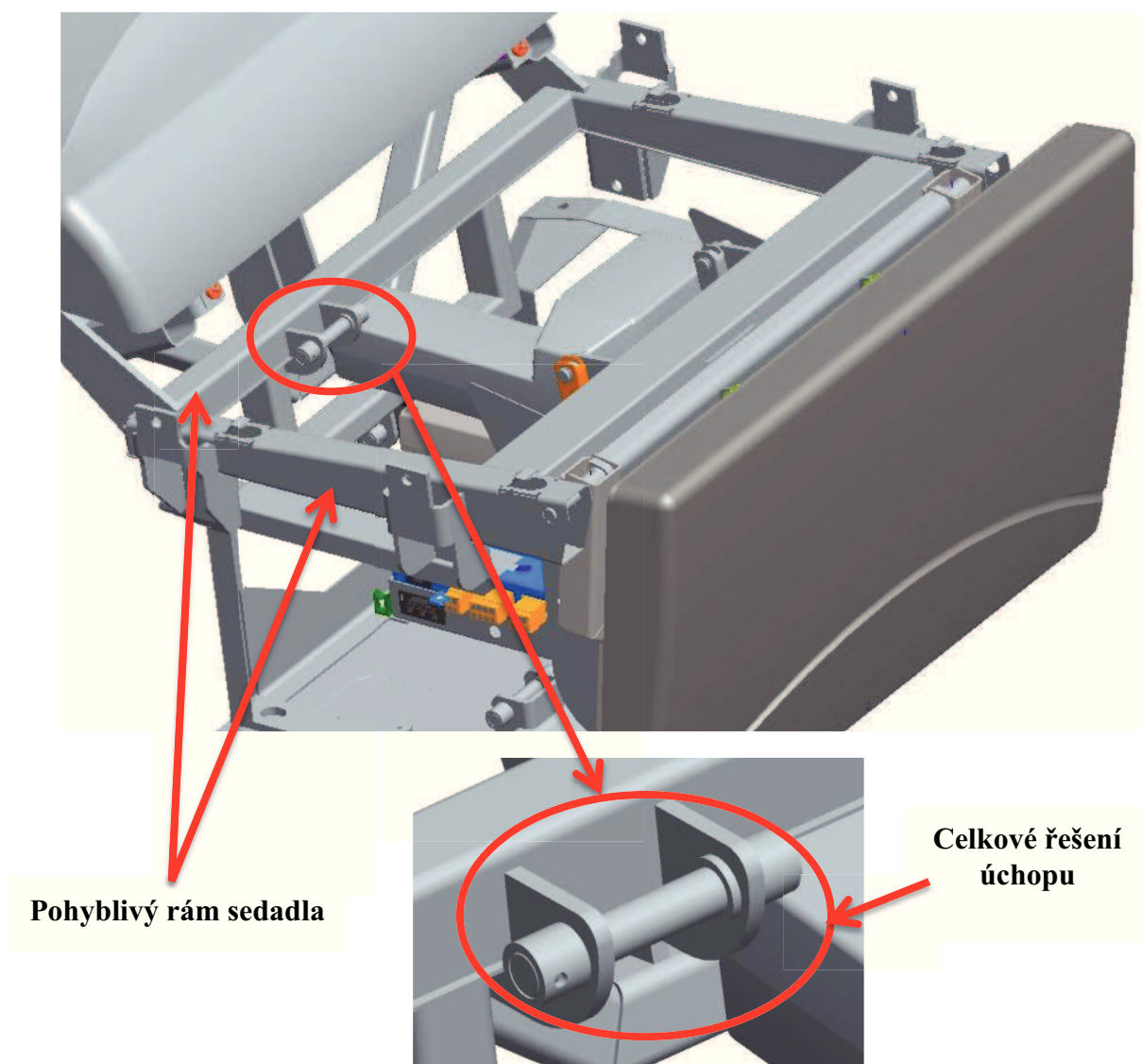
První navrhovaná varianta pro zadní úchyt motoru se nacházela na podstavné desce celého sedadla. Úchyt motoru jsem navrhnul na ohýbaném plechu, který má funkci vyztužení celé základny sedadla.



Obr. 3.9 - Varianta č. 1 (Uchycení zadní části motoru č. 3)

Uchycení pístnice motoru

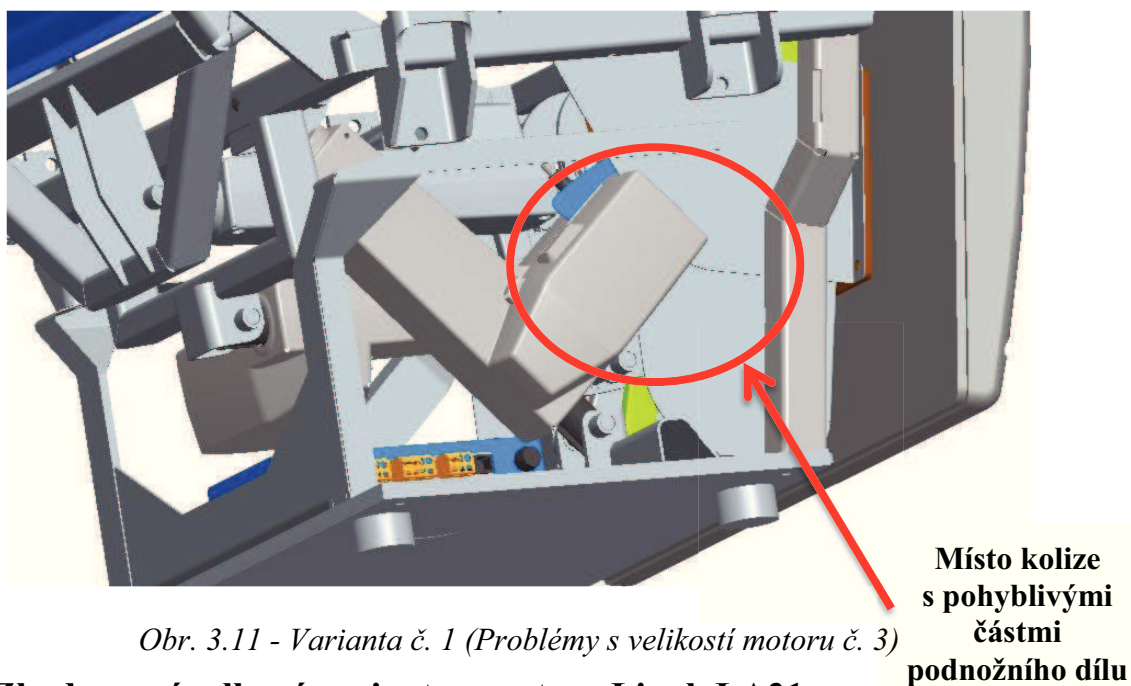
Pro uchycení pístnice motoru se naskytla jen jediná možná varianta a to na pohyblivém rámu sedadla.



Obr. 3.10 - Varianta č. 1 (Uchycení pístnice motoru č. 3)

Problémy vzniklé s ustavením motoru č. 3 s LA31

Při umístění motoru LA31 došlo ke dvěma zásadním problémům, které byly neslučitelné s dosavadní konstrukcí celého sedadla. V prvním případě, a to stejně jako u uchycení motoru č. 2, nevyhovuje minimální zástavbová délka. Potřebná minimální hodnota pro uchycení motoru v této variantě je $L_{31} = 289$ mm. V druhém případě zcela nevyhovuje celková velikost motoru. Mnoho pohyblivých i nepohyblivých komponentů zasahuje do konstrukce motoru. Tento stav je viditelný na (obr. 3.11). Z hlediska vzniklých problémů při umístění motoru LA31 jsem usoudil, že tato varianta není vhodná pro použití v sestavě sedadla.



Obr. 3.11 - Varianta č. 1 (Problémy s velikostí motoru č. 3)

3.4 Zhodnocení celkové varianty s motory Linak LA31

V případě uchycení motoru č. 1 byla navržena varianta se seřizovacím mechanismem a to v místě zadní části motoru. Minimální zástavbová délka pro motor LA31 byla splněna, ale po konzultaci ve firmě BORCAD, se ukázal největší problém v nedostatečném zajištění pohybu seřizovacího prvku. Pohyb byl zajištěn pouze pomocí svěrné síly vyvozené v mechanismu pomocí šroubu s pojistnou maticí. Z tohoto důvodu byla tato varianta zamítnuta.

Uchycení motoru č. 2 bylo provedeno bez možnosti seřízení motorů. V navržené variantě byla zjištěna nevyhovující minimální zástavbová délka, která nedosahuje požadovaných minimálních hodnot. Proto byla tato konstrukční varianta zamítnuta.

U uchycení motoru č. 3 byla navržena konstrukční varianta, která neumožňuje seřizování motorů. Při konstrukci této varianty vznikly dva zásadní problémy. První problém byl v nevyhovující minimální zástavbové délce motoru a druhý problém je způsoben celkovou velikostí motoru, který po vložení do sestavy je v kolizi s mnoha díly sedadla.

Další postup konzultovaný ve firmě BORCAD

Po konzultaci ve firmě BORCAD a předvedení navrhovaných variant a problémů vzniklých při návrhu, byla dohodnuta se zástupci firmy změna typu použitých motorů. Dle katalogu (14) firmy Linak C&S s. r. o. a po telefonické konzultaci se zástupcem firmy byl zvolen typ použitého motoru Linak LA27.

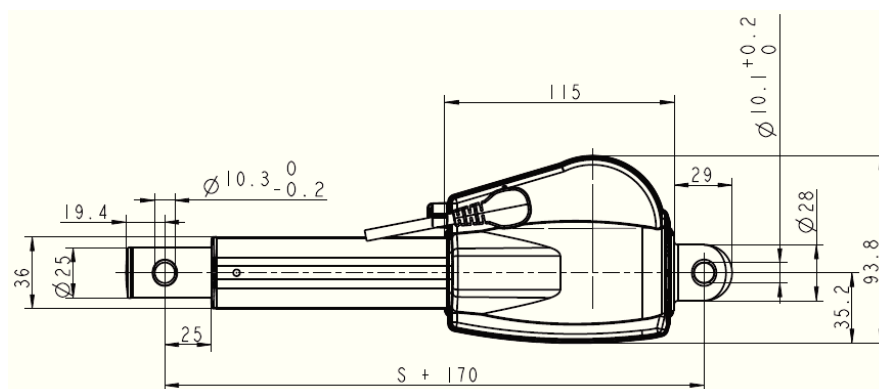
Dále bylo dohodnuto začlenění seřizovacího mechanismu do uložení motoru č. 3., a proto bude dále v práci počítáno s touto variantou.

4. Varianta č. 2 – použití motorů Linak LA27

V této konstrukční variantě jsem původní motory Linak LA31 nahradil motory Linak LA27 a to v rámci všech variant ovládání pohybů sedadla. Hlavní výhodou těchto typů motorů je v menším zástavbovém objemu motoru.

Minimální požadavky pro použití Linak LA27

Při použití Motoru Linak LA27 je dle katalogu (14) minimální zástavbová délka motoru $L_{27} = S + 170$ mm. V tomto případě S znamená zdvih. Z příložené tabulky (tab. 4.1) je patrné, že minimální hodnota S pro typ motoru Linak LA27 ve standardním provedení je 50 mm.



Obr. 4.1 - Minimální zástavbová délka motoru Linak LA27 (14)

Tab. 4.1 – Minimální zástavbová délka motoru Linak LA27 (14)

Standard	Standard + Mechanical Spline
$S + 170$ mm	$S + 170$ mm

Tab. 4.2 – Velikost motoru (14)

Combi code												General		Max load		Typical amp.		Speed		Selflocking		Type selection			
Actuator type	Spindle type	Back fixture	Piston rod eye	Option position	Colour	Safety option	Brake	Stroke Length	Motor type	IP Degree	Motor PCBA	PITCH	MAX STROKE	MIN STROKE	PUSH	PULL	Max current at max load	Average current at max load	Minimum speed at max load	Average speed, max load	Short-circuit ON		Std.	8000N	QR
27	X	X	X	X	Z	X	X	BBB	Z	Z	Z														
27	4	S	Z	OB	Z	0	0	BBB	Z	Z	Z	4	250	50	5	4,6	3	3,4		3000	X				
						1																			
						2																			
						3																			
						0																			
						1																			
						2																			
						3																			
						0																			
						1																			
						2																			
						3																			
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									
3																									
0																									
1																									
2																									

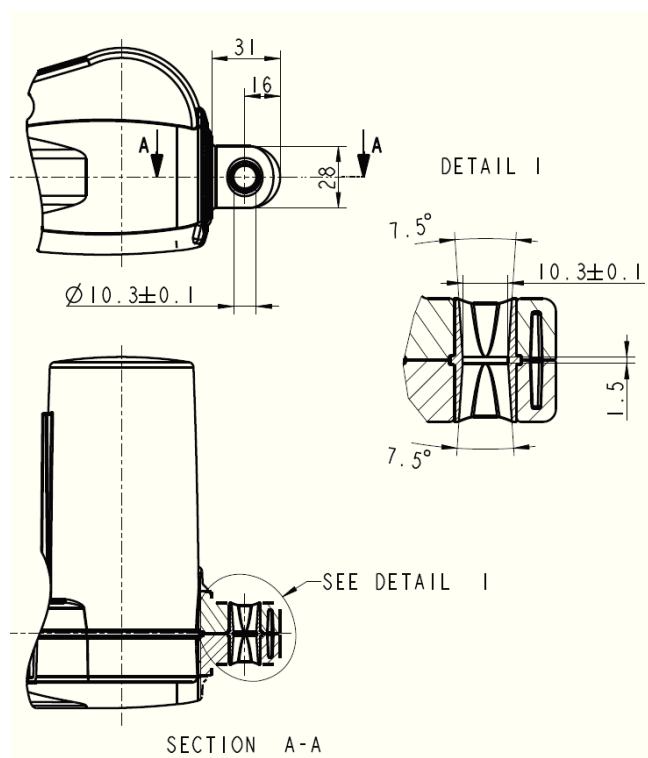
$$L_{27} = S + 170 = 50 + 170$$

$$L_{27} = 220 \text{ mm}$$

Dle výše uvedeného výpočtu je minimální zástavbová délka motoru $L_{27} = 220 \text{ mm}$.

Tvary úchytů motoru Linak LA27

Motor se do konstrukce sedadla uchycuje stejně jako u předchozí varianty motoru Linak LA31. Konce zadního úchytu motoru jsou konstruovány dle (obr. 4.2). Tato konstrukce zajišťuje otočné spojení na čepu. U pístnice motoru je uchycení na čepu zajištěno otvorem, který je vyráběn s volným uložením dle (obr. 4.1).

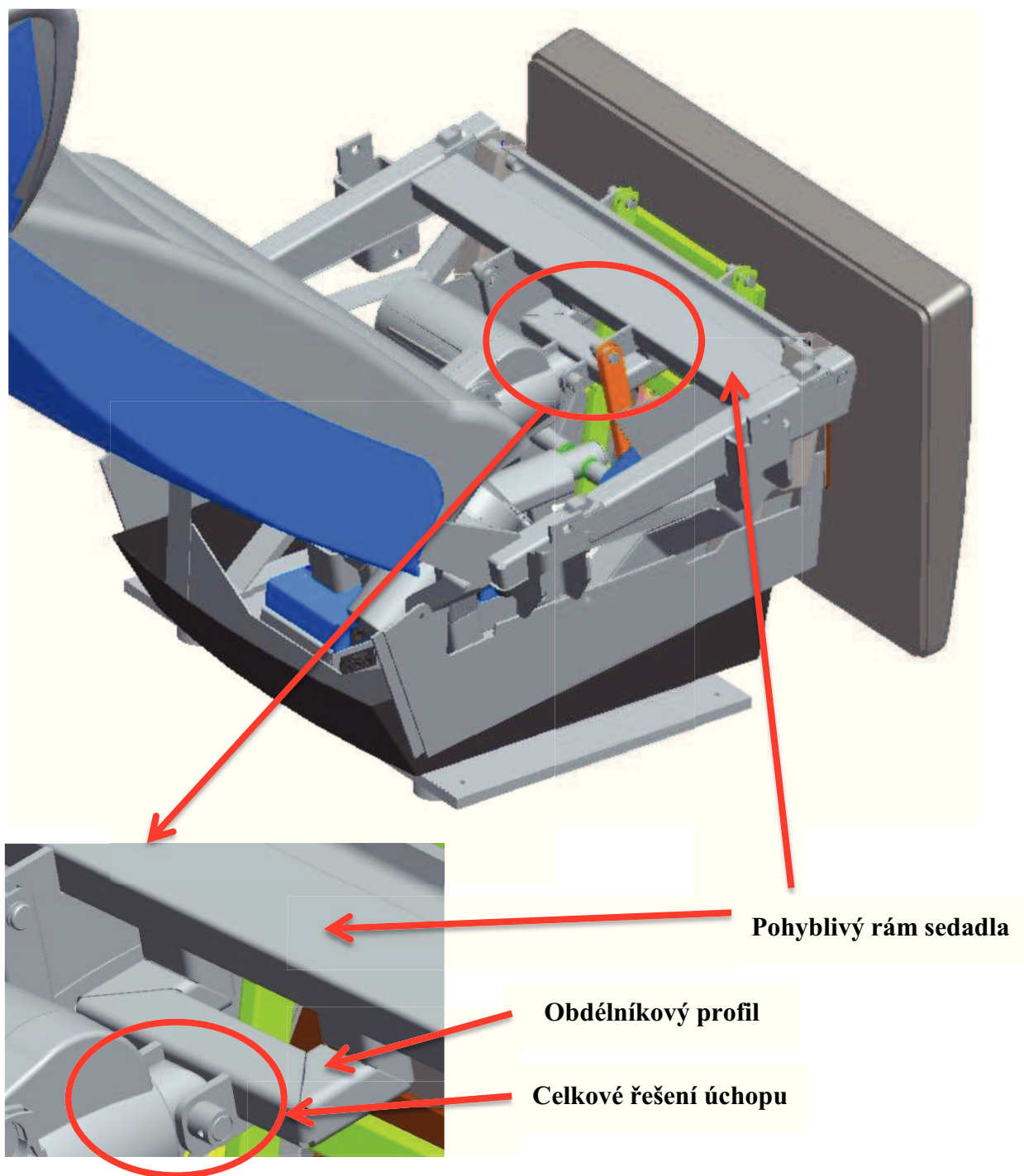


Obr. 4.2 - Tvar úchytu motoru Linak LA27 (14)

4.1 Uchycení motoru č. 1

Uchycení zadní části motoru

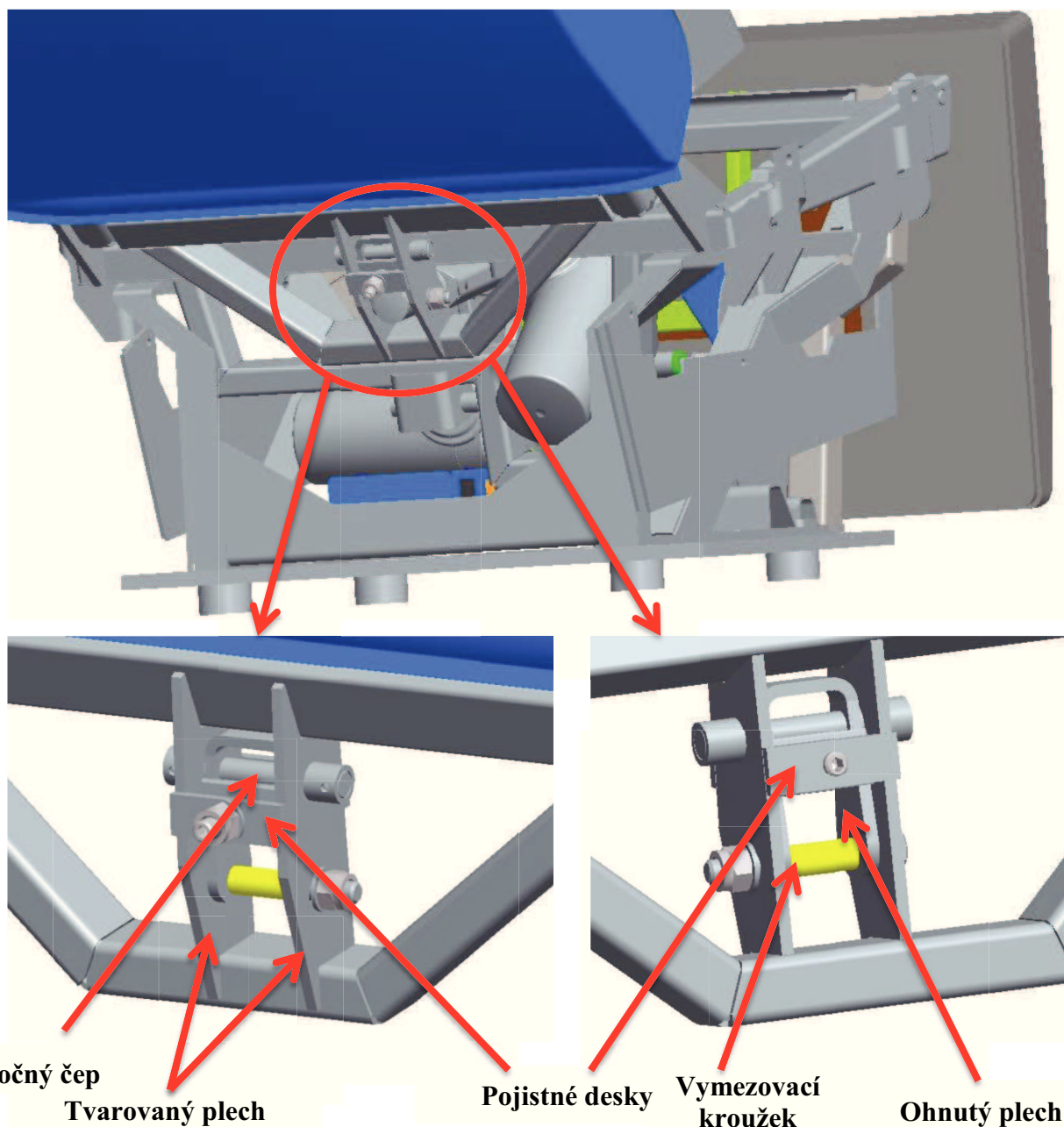
Z předešle zjištěných důvodů není vhodné použít pro seřizování zadní část motoru. Z tohoto důvodu jsem navrhnul novou konstrukci pevného uchycení. Konstrukce je složena z ohýbaného obdélníkového profilu, který je svarovým spojem připevněn na pohyblivý rám sedadla a úchytu motoru, který je taktéž připevněn k obdélníkovému profilu pomocí svarového spoje.



Obr. 4.3 Varianta č. 2 (Uchycení zadní části motoru č. 1)

Uchycení pístnice motoru

U pístnice motoru jsem navrhnul konstrukci mechanismu, který umožňuje délkové seřízení motoru. Dle požadavků na nedostatečné zajištění pohybu motoru pouze pomocí svěrné síly, je u této konstrukční varianty navrženo zajištění pohybu pomocí tlačných šroubů a to v obou směrech kývavého mechanismu. Tento seřizovací prvek je viditelný na (obr. 4.4).



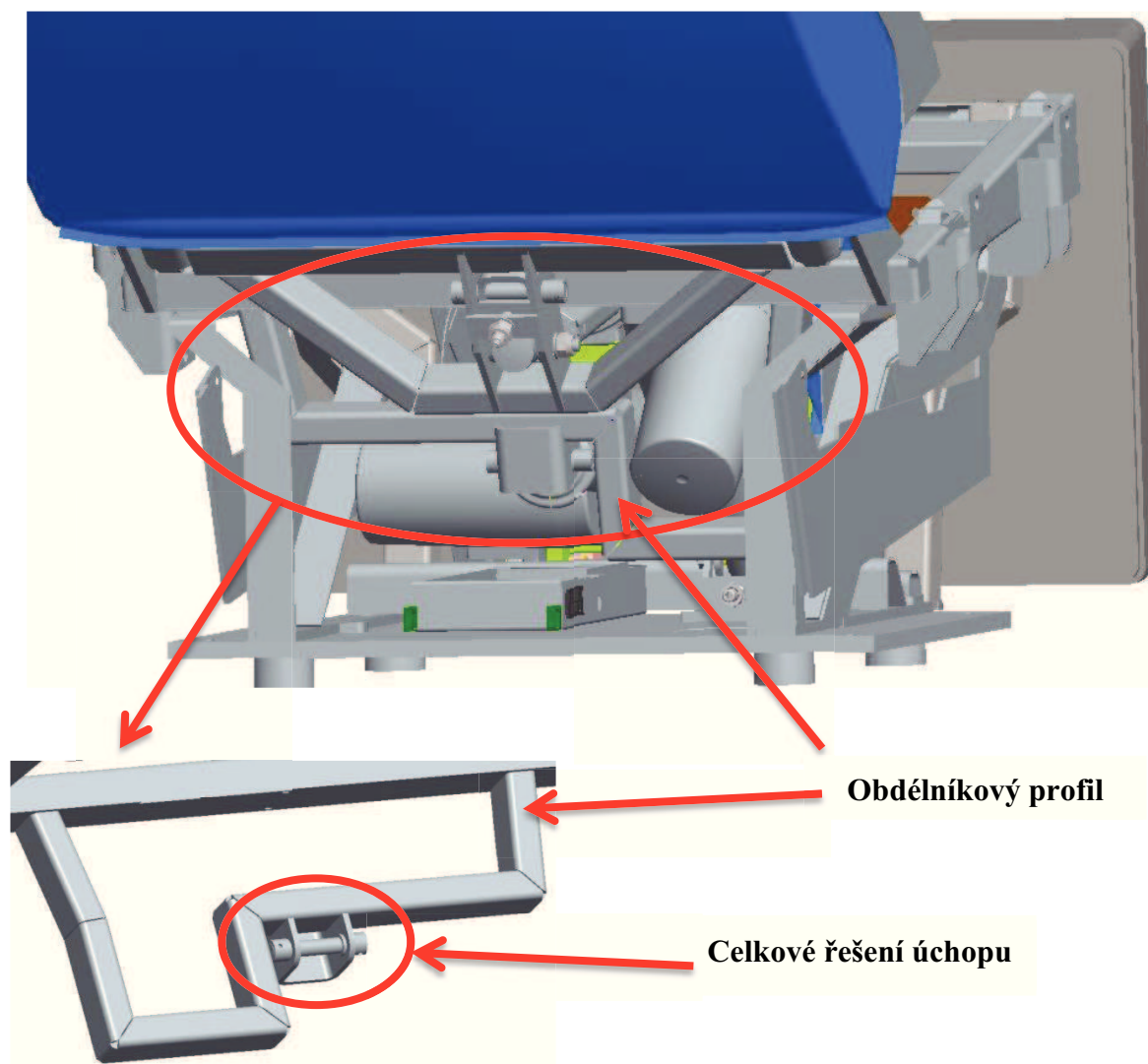
Obr. 4.4 - Varianta č. 2 (Uchycení pístnice motoru č. 1)

Celková konstrukce je založena na principu kolébky. Mezi dva přesně tvarované plechy je vložen ohnutý plech, u kterého je poloha zajištěna pomocí otočeného čepu. Celkové zamezení pohybu mechanismu se zajistí sevřením pomocí šroubu s pojistnou maticí a následné pojištění se provede pomocí přitlačných desek se šrouby. Motor je umístěn na vymezovacím kroužku, který je nasunutý na pojistném šroubu, kde plní funkci svíracího členu při sevření celého mechanismu.

4.2 Uchycení motoru č. 2

Uchycení zadní části motoru

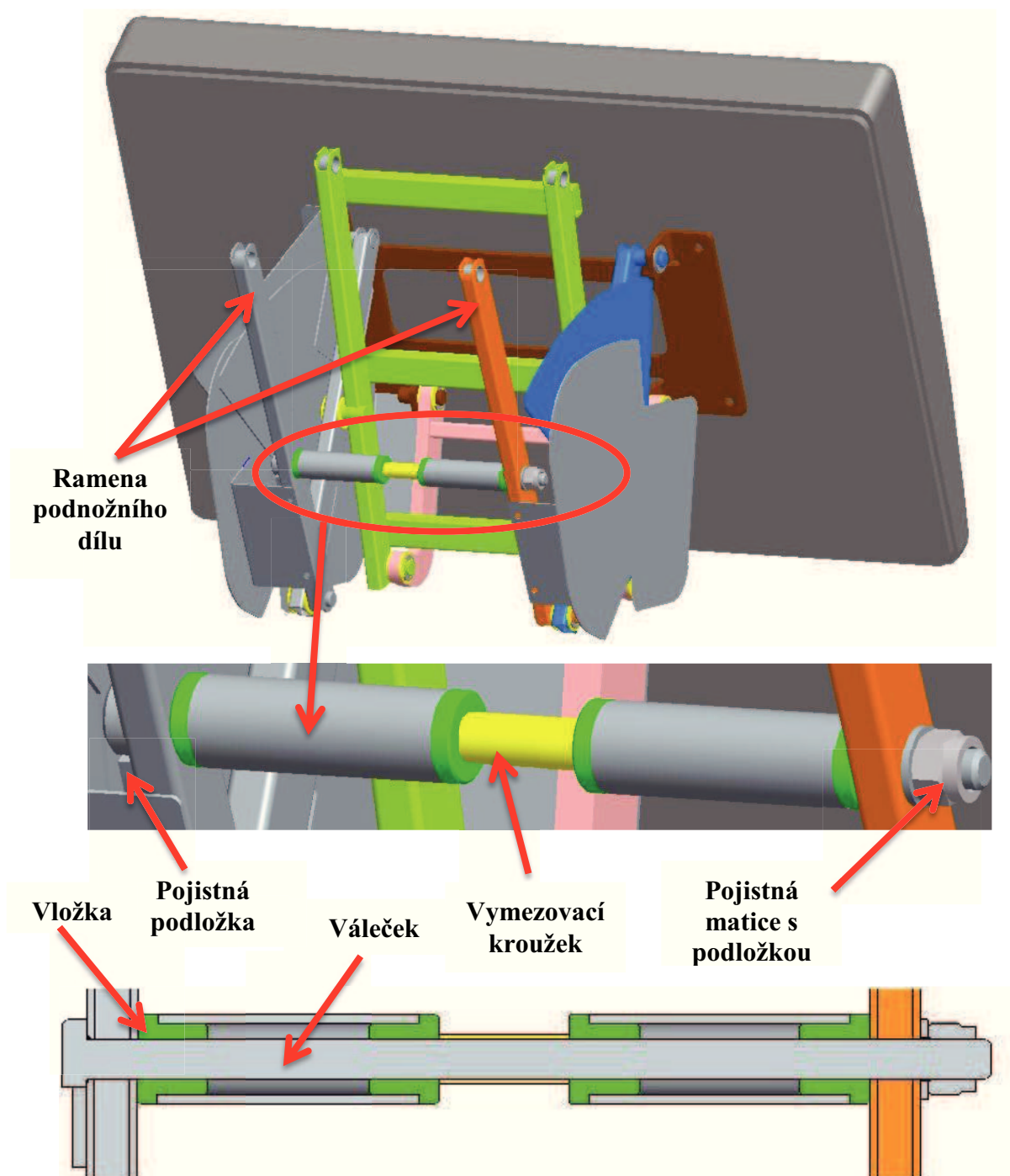
Z důvodů umístění motoru č. 3 a zásahu jeho rozměrné motorové části do konstrukce, jsem byl nucen přepracovat variantu zadní části motoru č. 2. Součástí této změny úchyty bylo přepracování tvaru obdélníkového profilu, na kterém je úchyt motoru pomocí svarového spoje připevněn a to z důvodu zásahu těla motoru sedáku do profilu.



Obr. 4.5 - Varianta č. 2 (Uchycení zadní části motoru č. 2)

Uchycení pístnice motoru

Pro konstrukci varianty uchycení motoru č. 2 byla zvolena zcela odlišná varianta než v předchozí verzi, která byla sestrojena z důvodu možného zvětšení minimální potřebné zástavbové délky.



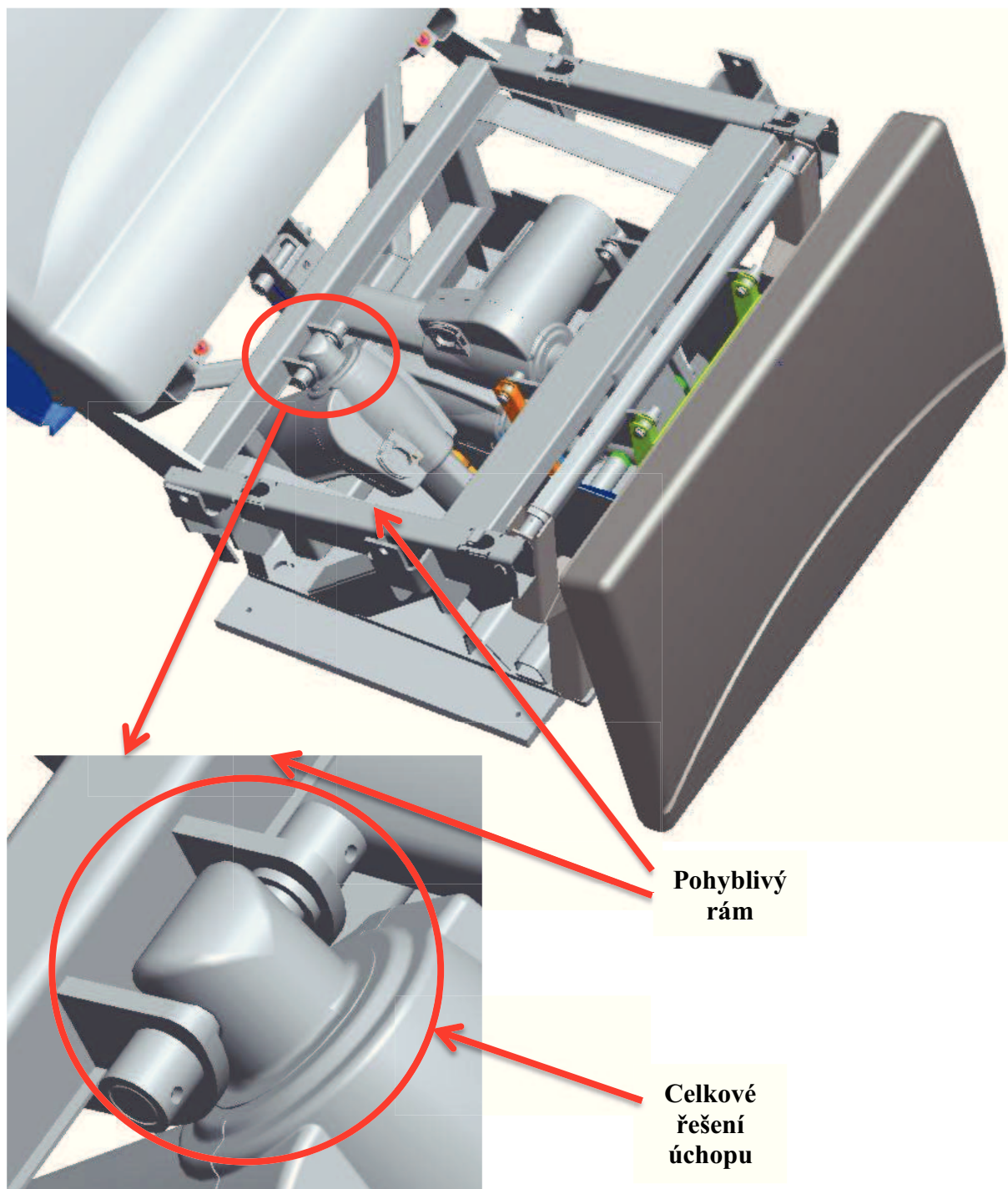
Obr. 4.6 - Varianta č. 2 (Uchycení pístnice motoru č. 2)

Celkové řešení této varianty spočívá v sevření dvou ramen podnožního dílu, které zajišťují přichycení tohoto prvku k základnímu rámu sedadla. Svěrná síla je vyvolána pomocí dlouhého šroubu a pojistné matice s podložkou. Šroub je zajištěn proti pootočení pomocí pojistné podložky. Vložky jsou nalisovány do válečků a pomocí svarového spoje přichyceny k obdélníkovým profilům. Do celé konstrukce je vložen šroub, na který je nasazen vymezující kroužek a přichycen motor.

4.3 Uchycení motoru č. 3

Uchycení zadní části motoru

Z již dříve zmiňovaných důvodů, a to velké konstrukční velikosti motoru, jsem byl nucen motor č. 3 otočit v sestavě a pro zadní část motoru zvolit pohyblivý rám sedadla, jak je viditelné na (obr. 4.7). Základní tvar úchytu byl zachován.

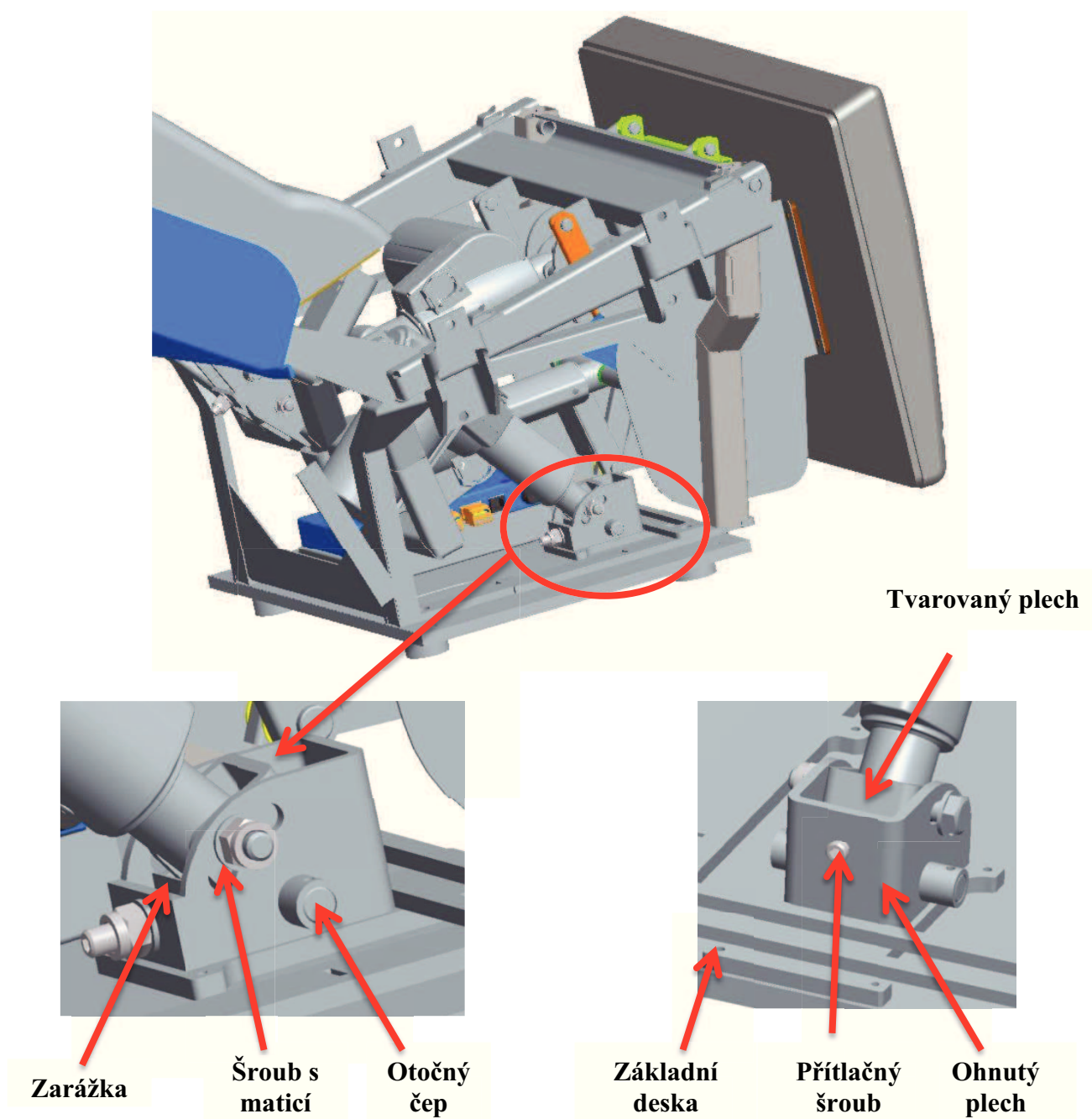


Obr. 4.7 - Varianta č. 2 (Uchycení zadní části motoru č. 3)

Úchyt motoru je zkonstruován pomocí ohnutého plechu, který je připevněn k pohyblivému rámu sedadla pomocí svarového spoje. Tento svarový spoj je aplikován po celé jeho délce. Toto řešení se zdá velmi vhodné z hlediska namáhání.

Uchycení pístnice motoru

V následných požadavcích firmy BORCAD byla zahrnuta varianta s možností seřízení zástavbové délky motoru č. 3. Toto řešení jsem zakomponoval do úchytu pístnice motoru, jak je viditelné na (obr. 4.8).



Obr. 4.8 - Varianta č. 2 (Uchycení pístnice motoru č. 3)

Celková konstrukce je založena, stejně jako v případě seřizovacího mechanismu u motoru č. 2, na principu kolébky. V tomto případě je základním prvkem celé konstrukce ohnutý tvarovaný plech, který plní funkci kostry celého mechanismu. Pomocí čepu je do něj vložen a uchycen druhý tvarovaný plech. Pohyb a také možné seřizování základní zástavbové délky motoru je umožněno pomocí kývavého pohybu na čepu. U této konstrukční varianty seřizovacího mechanismu se dosahuje zamezení pohybu třemi způsoby. První způsob obstarává šroub s podložkou a maticí, který celý mechanismus pomocí přitlačné síly vyvozené šroubem semkne dohromady. Druhý způsob obstarává tvarovaná zarážka, která pomocí svého tvaru a přitlačné síly od šroubu zamezuje pohybu kolébky. Posledním členem, který slouží k zajištění mechanismu, je přitlačný šroub. Tento šroub je zajištěn nízkou normalizovanou maticí a to z důvodu nedostatečného prostoru za umístěným seřizovacím mechanismem. Celý tento mechanismus je pomocí svarového spoje připevněn k základní desce.

4.4 Zhodnocení celkové varianty s motory Linak LA27

V případě uchycení motoru č. 1 byla v této fázi vývoje navrhnutá varianta se seřizovacím mechanismem a to v místě pístnice motoru. Po posouzení varianty se zdá mnohem vhodnější než varianta předchozí. V místě uchycení zadní části motoru byla navrhnutá nová konstrukce úchytu. Minimální zástavbová délka pro motor LA27 byla v tomto případě splněna. A proto se zdá použití tohoto motoru jako ideální.

U konstrukce motoru č. 2, kde je uchycena zadní část motoru, byly provedeny také velké konstrukční změny. Obdélníkový profil, na kterém je uchycen samotný úchyt, bylo nutné tvarově změnit z důvodu zasahování konstrukce motoru č. 3. U pístnice tohoto motoru byla navrhnutá varianta zcela přepracována. Minimální zástavbová délka motoru byla v tomto případě také splněna a z tohoto důvodu se zdá motor Linak LA27 pro tuto variantu vyhovující.

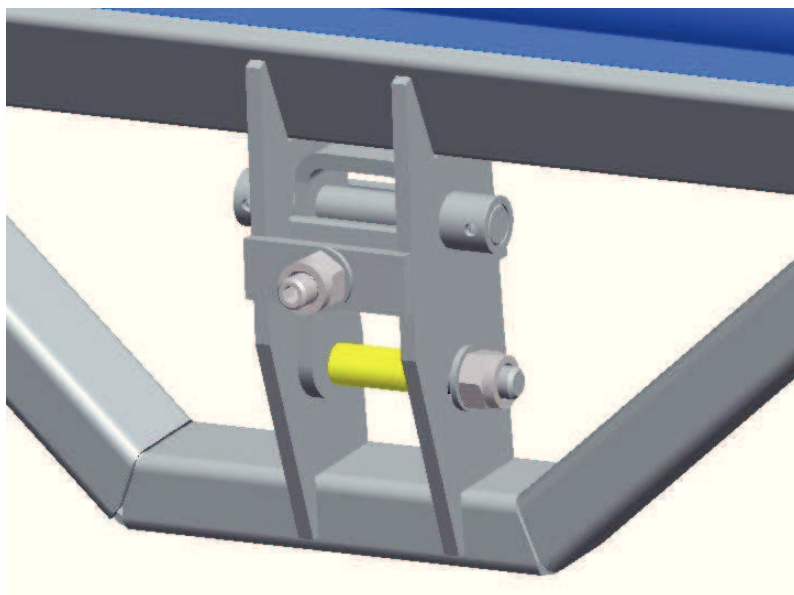
Konstrukce motoru č. 3 zaznamenala mnoho změn. Hlavní změna u této varianty byla zapříčiněna dodatečně vznešeným požadavkem na možnost délkového seřizování tohoto motoru. V návaznosti na tento požadavek byla navrhnutá nová konstrukce seřizovacího mechanismu. Stejně jako u předešlých motorů byla zástavbová délka splněna, proto tedy varianta s motorem Linak LA27 vyhovuje.

Další postup konzultovaný ve firmě BORCAD

Po konzultaci ve firmě BORCAD a předvedení návrhové varianty byly vzneseny další požadavky.

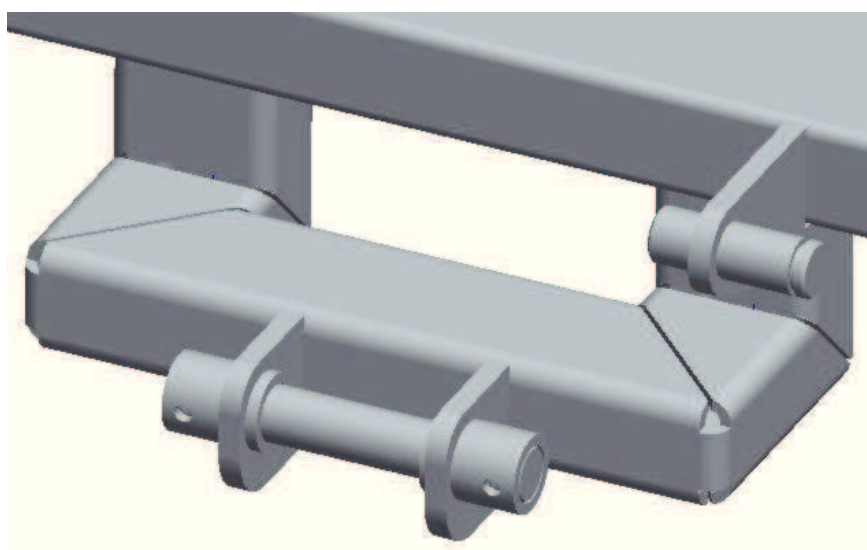
4.5 Vznesené požadavky pro konstrukci varianty č. 3

- a) Celková konstrukce se musí výrazně zjednodušit a to z důvodu nákladnosti výroby.
- b) Nutné přepracování varianty seřizovacího mechanismu pro úchyt motoru č. 1, z důvodu nevhodně zvoleného seřízení mechanismu na malé páce (posuvy pro seřízení dílu jsou velmi malé).



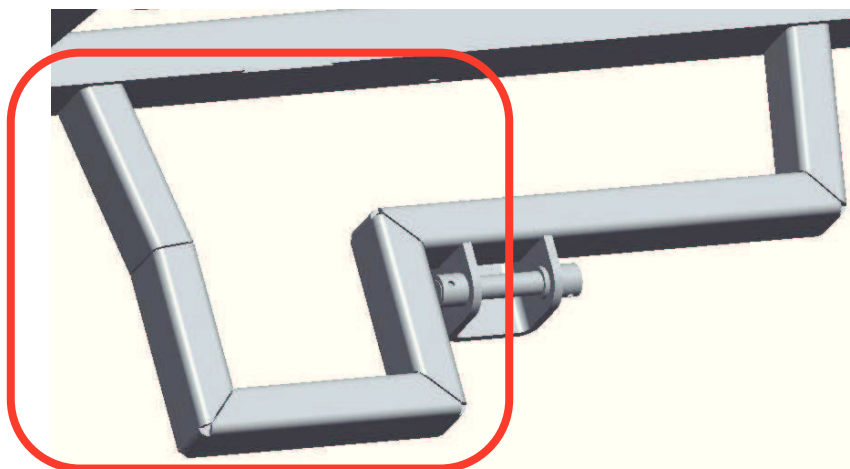
Obr. 4.9 – Seřizovací mechanismus motoru č. 1

- a) Požadavek na celkové přepracování varianty u zadní části motoru č. 1.



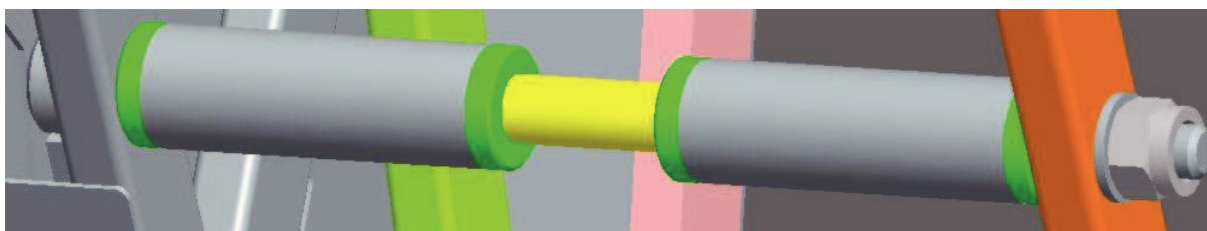
Obr. 4.10 – Úchyt pro zadní část motoru č. 1

- b) Požadavek na přepracování obdélníkového profilu pro zadní část motoru č. 2. Označená část na (obr. 4.11) má být nahrazena jinou variantou.



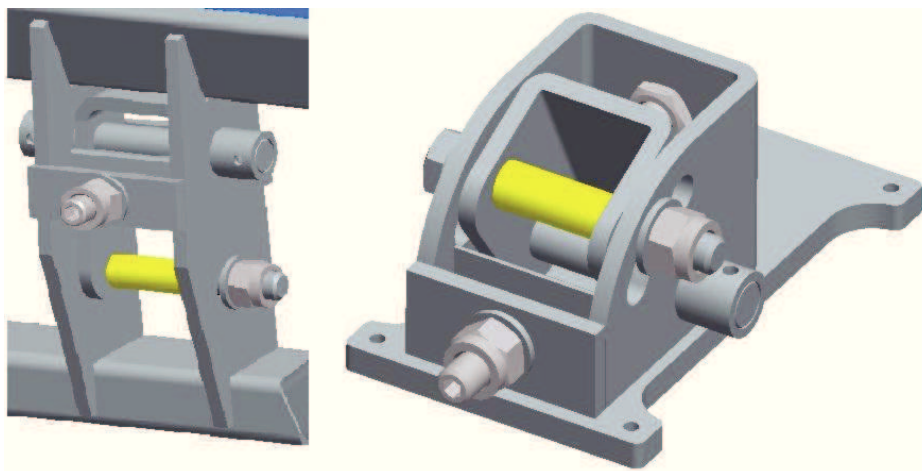
Obr. 4.11 – Obdélníkový profil pro zadní část motoru č. 2

- c) Požadavek na úplné přepracování varianty úchytu motoru č. 2 u pístnice motoru (z důvodu možného velkého ohybu). A pokud možno pokusit se o zpevnění celého podnožního dílu.



Obr. 4.12 – Úchyt pro pístnici motoru č. 2

- d) Požadavek na zjednodušení seřizovacích mechanismů a odebrání svíracího způsobu pojištění spoje proti pohybu.



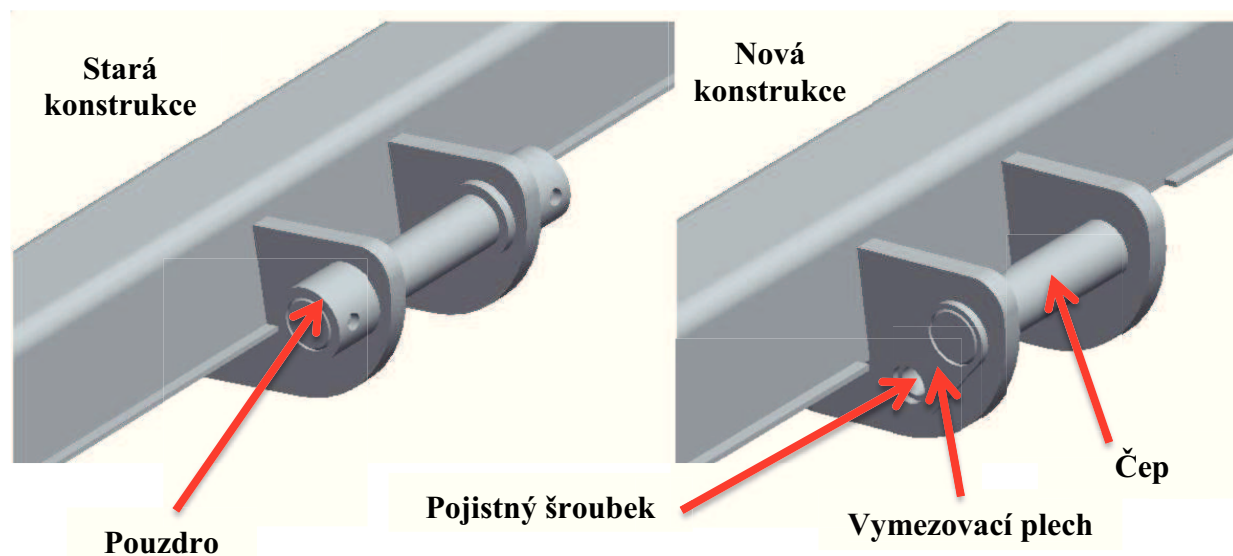
Obr. 4.13 – Staré verze seřizovacích mechanismů

5. Varianta č. 3 – zahrnutí všech vznesených požadavků

Do následně vypracované konstrukční varianty jsou zapracovány všechny konzultované požadavky ve firmě BORCAD.

5.1 Hlavní prvky zjednodušení konstrukce

Jedním z hlavních požadavků bylo celkové zjednodušení konstrukce. Z tohoto důvodu jsem změnil celou koncepci zajišťování čepů, které slouží pro úchyt motoru.



Obr. 5.1 – Zjednodušující prvky konstrukce

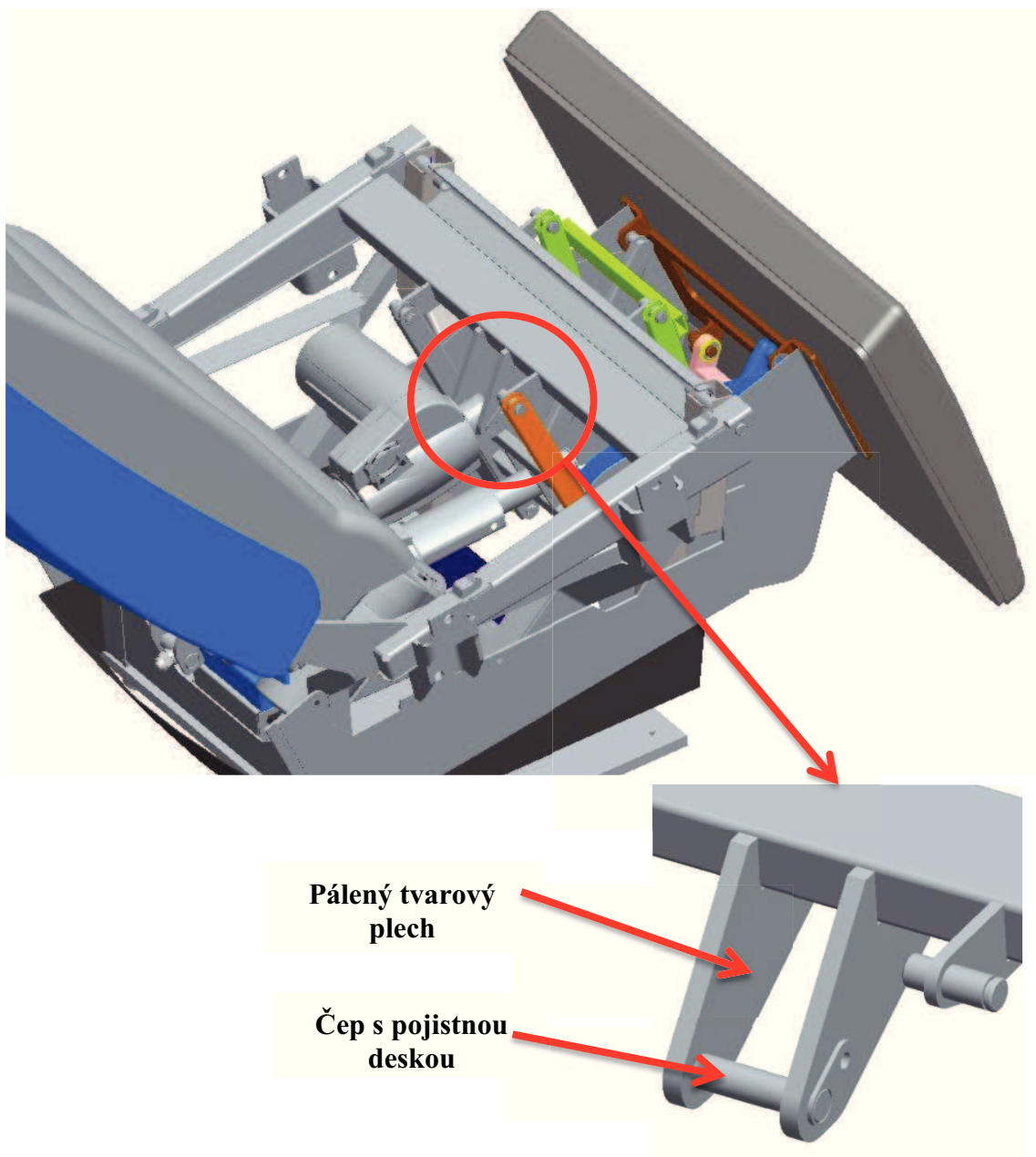
Jak je viditelné na (obr. 5.1) z konstrukce zmizelo zajištění čepů pomocí pouzder a celkové zajištění bylo nahrazeno pomocí čepů, na které jsou pomocí svarů připevněny vymezovací plechy. Celkové zajištění čepů proti nežádoucímu pohybu se provádí pomocí pojistného šroubku velikosti M6, který je aplikován mezi ohýbaný plech úchytu a vymezovací plech.

Druhým a velmi podstatným prvkem zjednodušení celkové konstrukce je odstranění jednoho ze tří druhů zajištění šroubu proti pohybu u seřizovacích mechanismů. Řešení, které mělo za následek stažení celého mechanismu a tak vyvolání třecí síly, která způsobila znemožnění pohybu motoru, bylo ze sestavy zcela odstraněno. Z tohoto důvodu budou další navrhované varianty zajištěny vždy jen pomocí dvou způsobů zajištění a to přitlačnými šrouby, které tlačí na dosedací plochy kývavého prvku. Tato problematika je dále popsána a řešena přímo u řešených variant.

5.2 Uchycení motoru č. 1

Uchycení zadní části motoru

Tato varianta u zadní části motoru byla dle požadavků zcela přepracována. Byly zde zapracovány zjednodušující prvky sestavy.



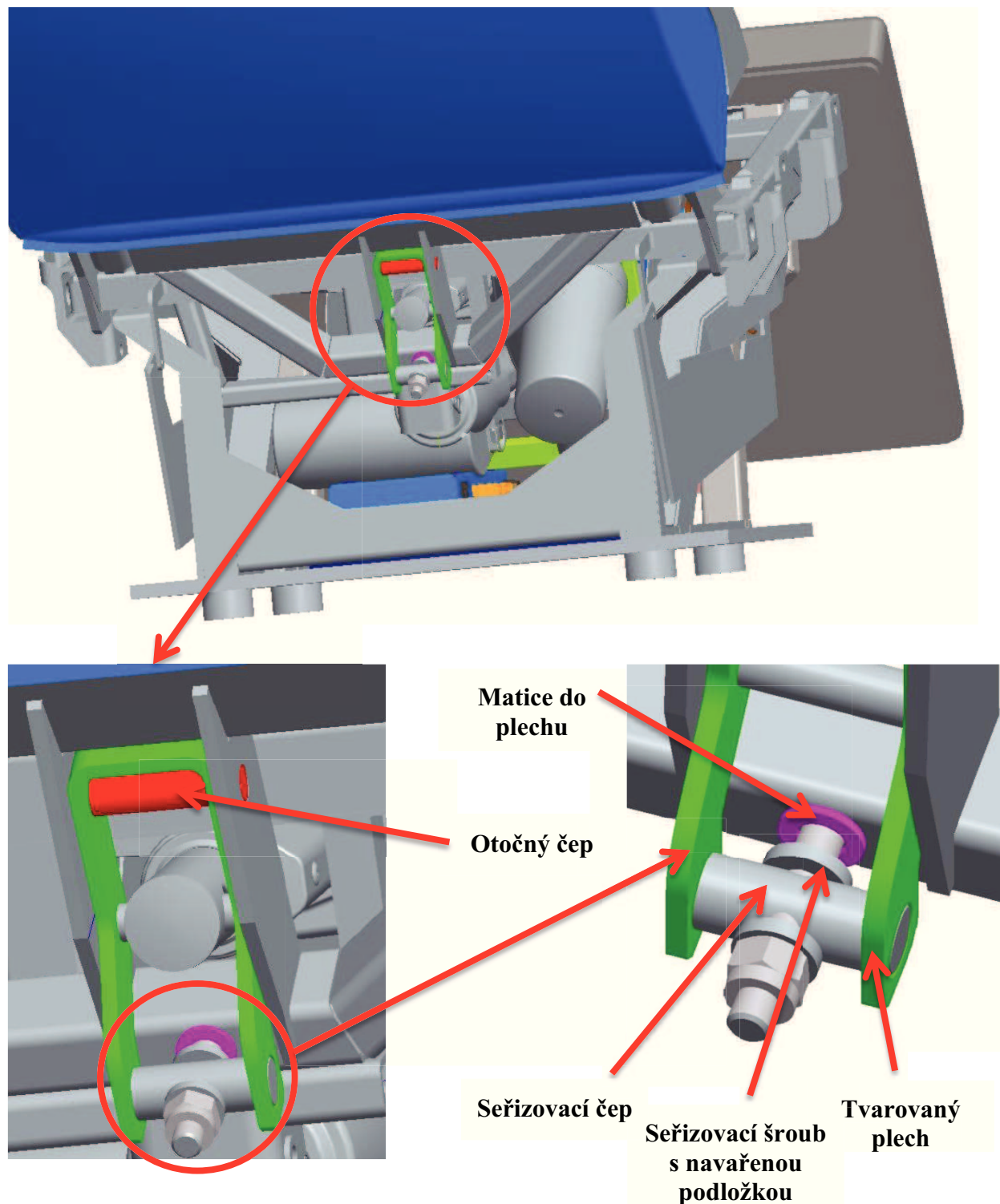
Obr. 5.2 - Varianta č. 3 (Uchycení zadní části motoru č. 1)

Úchop je složen ze dvou pálených tvarových plechů, které jsou k pohyblivému rámu sedadla přichyceny pomocí svarového spoje a svařence čepu s pojistnou deskou. Prezentovaná varianta se vyznačuje velkou jednoduchostí a tím splňuje požadované podmínky.

Uchycení pístnice motoru

5.2.1 Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 1

Z nevyhovujících důvodů bylo nutné zcela předělat předešlou variantu mechanismu pro seřizování motoru č. 1. Bylo navrženo zcela nové řešení, které je znázorněno na (obr. 5.3).

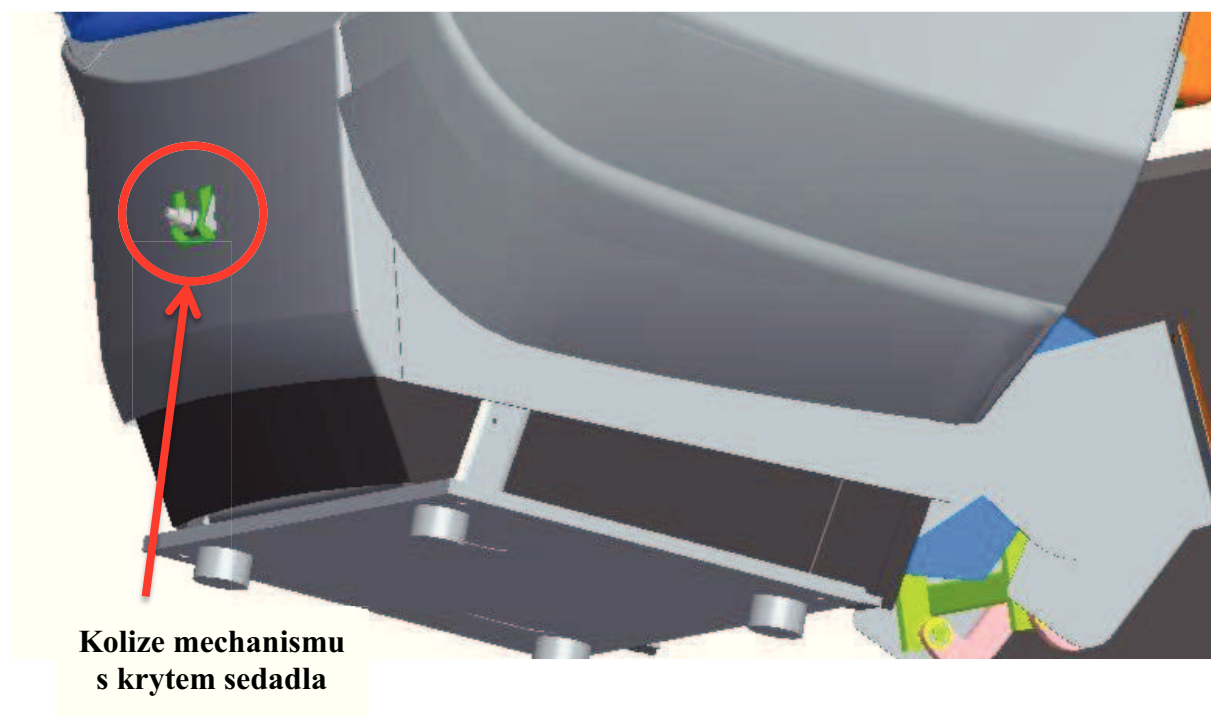


Obr. 5.3 - Varianta č. 3 (Uchycení pístnice motoru č. 1- PV1)

Stejně jako u předešlé verze je i zde zachován princip kolébky. Tvarovaný ohnutý plech je vložen pomocí čepu mezi dva pálené plechy. Seřizování je zajištěno pomocí seřizovacího šroubu s navařenou podložkou, který je pomocí matice do plechu uchycen v obdélníkovém profilu. Při pohybu mechanismu dochází k natáčení úchytu a z tohoto důvodu, je v seřizovacím čepu vyrobena drážka, která tento pohyb umožňuje.

Problémy vzniklé při realizaci této pod varianty č. 1

Po zakomponování této varianty úchopu do sestavy vyšlo najevo, že určitá část mechanismu je v kolizi s krytem sedadla. Tento stav je viditelný na (obr. 5.4).

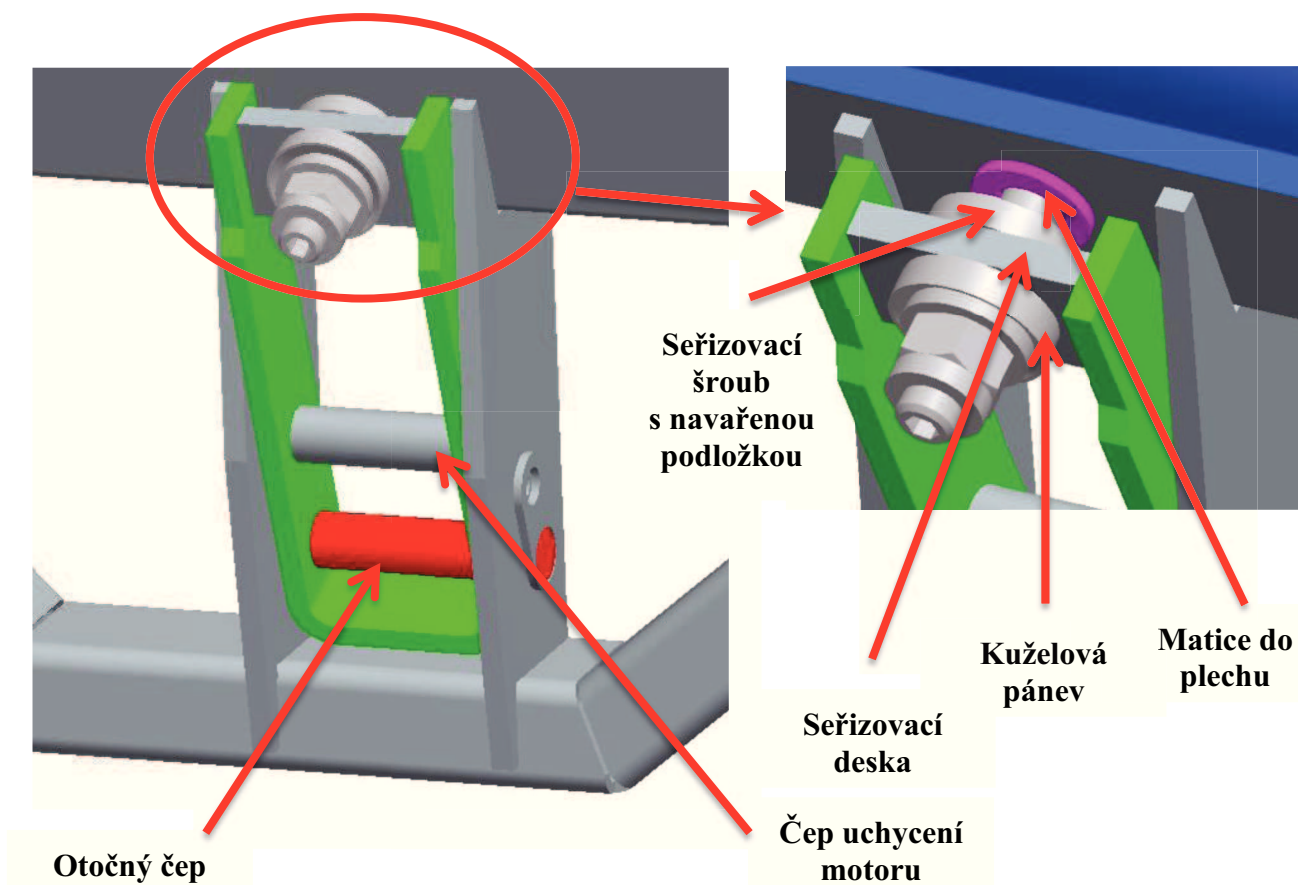


Obr. 5.4 - Varianta č. 3 (kolizní situace s krytem sedadla)

Po konzultaci tohoto problému ve firmě BORCAD, bylo dohodnuto přepracování této varianty z důvodu nemožnosti úpravy designového krytu sedadla. Tento kryt dodává speciální designérská firma, proto by bylo velmi neekonomické provádět změnu tohoto krytu. Na základě tohoto požadavku byly vypracovány další možné varianty mechanismu pro úchop motoru.

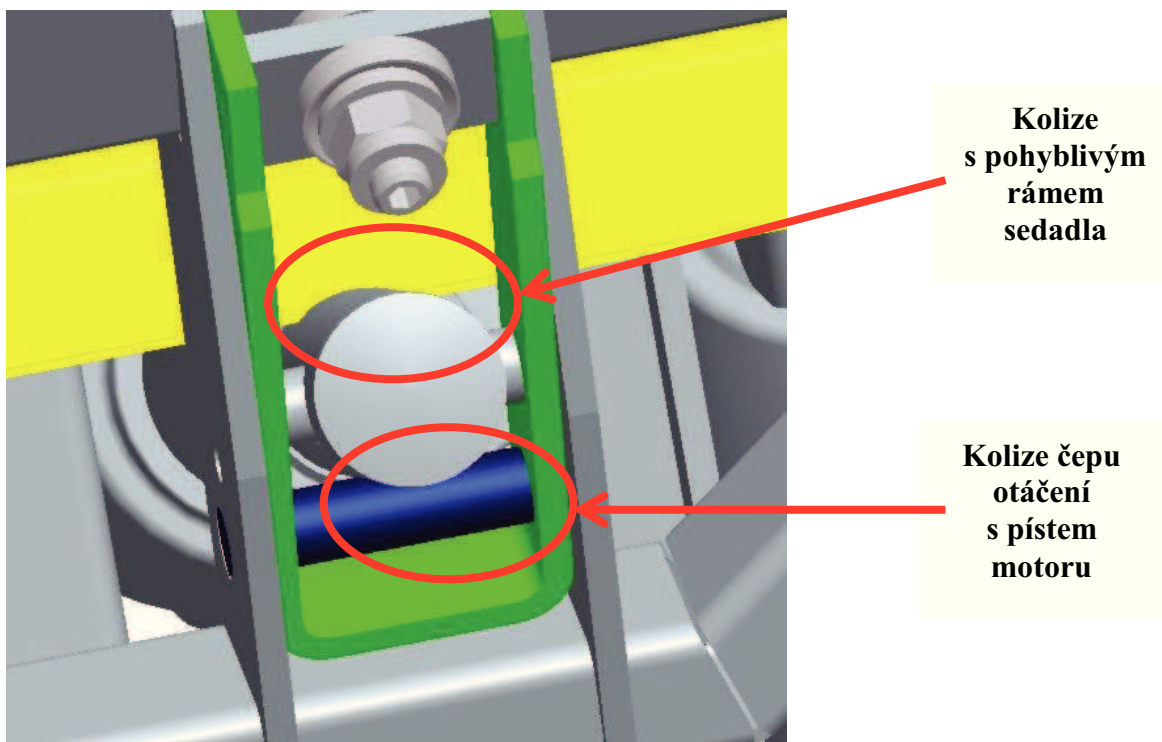
5.2.2 Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 2

U této varianty byla zcela změněna část seřizovacího členu a to z důvodu nevhodnosti předchozí verze, která zasahovala do krytu sedadla. Konstrukce tohoto seřizovacího mechanismu je složena ze dvou tzv. kuželových pánví, které jsou pomocí svaru přichyceny k ploché seřizovací desce se zaoblenou drážkou. Seřizování je zajištěno pomocí seřizovacího šroubu s navařenou kulovou podložkou, která přesně zapadá do kuželové pánve a dovoluje seřízení a to i v případě natočení šroubu. Tento šroub je stejně jako v minulém případě uchycen ve speciální matici do plechu, která je uchycena v obdélníkovém profilu. Celá konstrukce je dále upevněna pomocí druhé kulové podložky a zajištěna pojistnou maticí. U této konstrukce bylo dosaženo požadovaného výsledku a to zamezení kolizního styku s krytem sedadla.



Obr. 5.5 - Varianta č. 3 (Uchycení pístnice motoru č. 1-PV2)

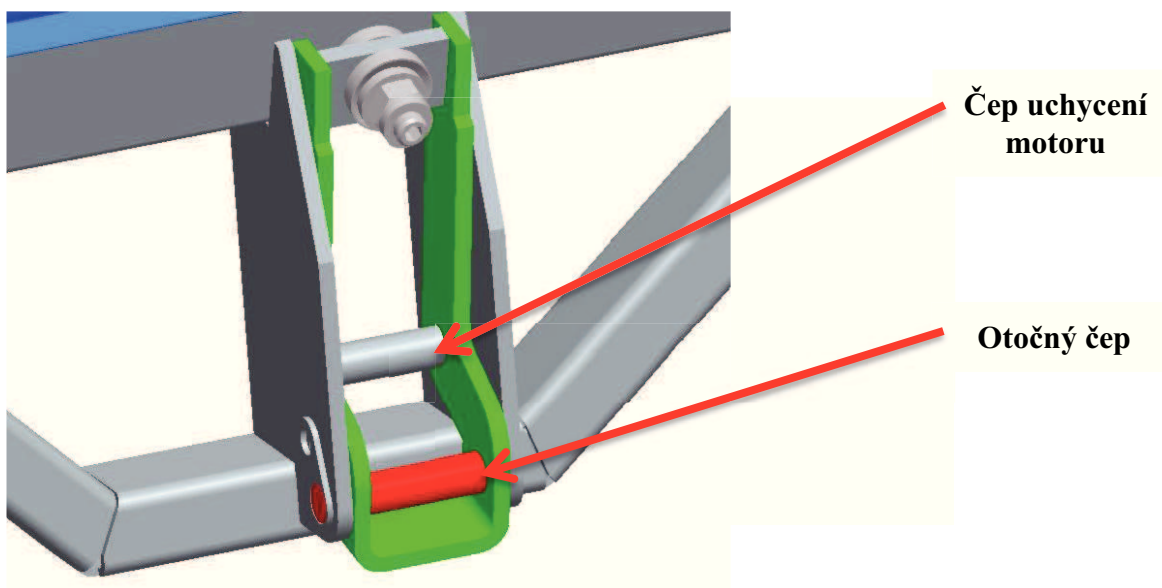
Po začlenění toho mechanismu do sestavy, bylo však zjištěno, že dochází ke kolizi vysouvacího pístu motoru s otočným čepem a pohyblivým rámem sedadla. Tato skutečnost je viditelná na (obr. 5.6). Z tohoto důvodu je označena tato varianta za nevyhovující.



Obr. 5.6 - Varianta č. 3 (kolizní situace pístu motoru s rámem sedadla a čepem otáčení)

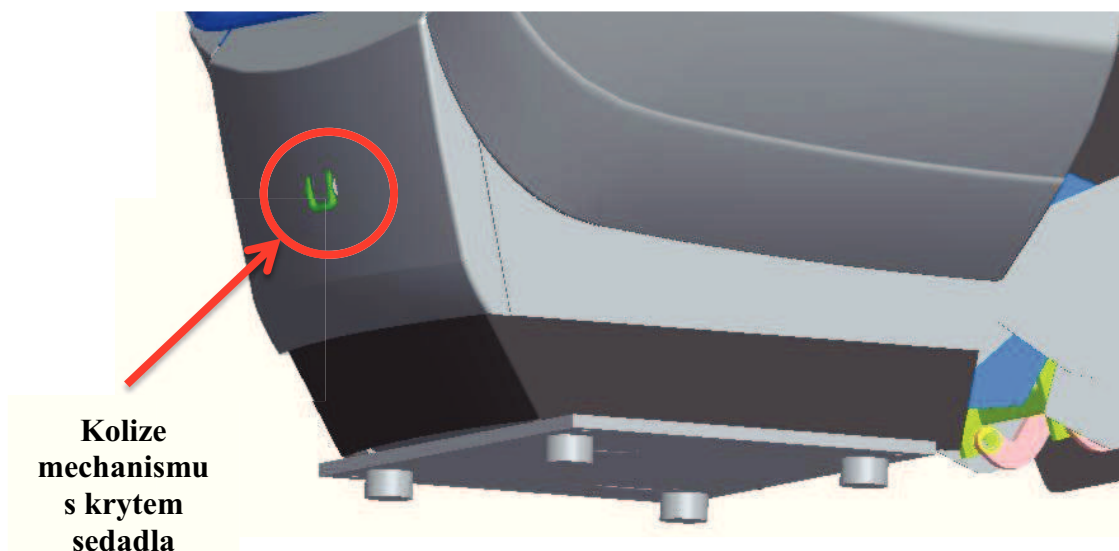
5.2.3 Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 3

Tato konstrukční varianta je založena na stejných principech jako předešlé. Změna oproti minulému řešení nastala v místě úchyty otočného čepu, který je v tomto případě v dolní části mechanismu. A to z důvodu nevhodnosti umístění otočného čepu, do kterého zasahoval píst motoru v předešlé variantě.



Obr. 5.7 - Varianta č. 3 (Uchycení pístnice motoru č. 1-PV3)

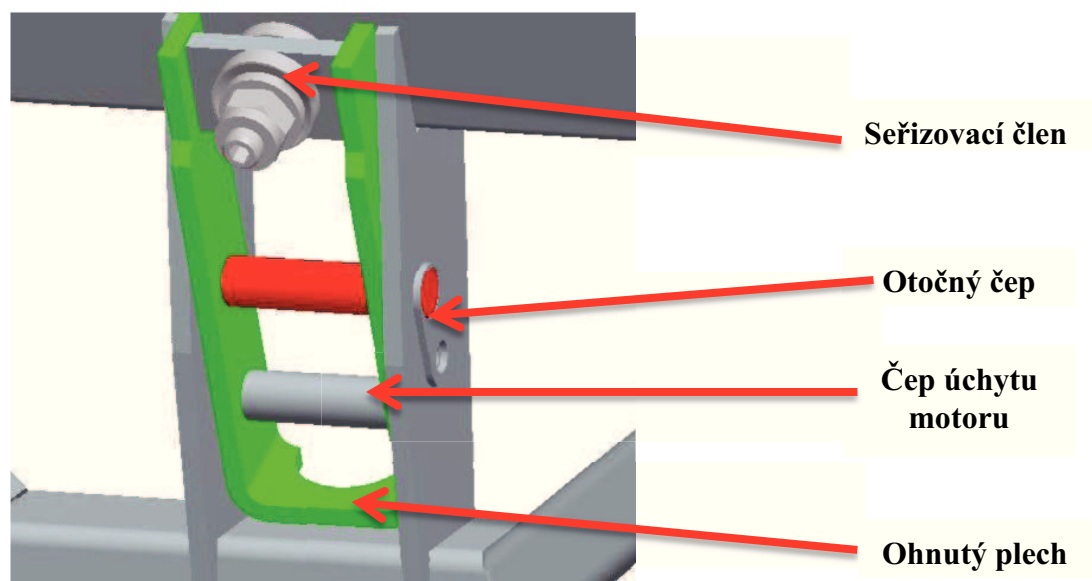
Po začlenění tohoto mechanismu do sestavy, bylo však zjištěno, že dochází ke kolizi s krytem sedadla stejně jako v případě první varianty. Velikost přesahu materiálu není v tomto případě tak velká, ale přesto existuje. Tato skutečnost je viditelná na (obr. 5.8). Z tohoto důvodu je označena tato varianta za nevyhovující.



Obr. 5.8 - Varianta č. 3 (kolizní situace s krytem sedadla –PV3)

5.2.4 Uchycení pístnice motoru č. 1 – Pod varianta č. 4

U této varianty zůstal seřizovací mechanismus stejný jako ve variantě č. 2 a variantě č. 3. Oproti předchozím případům došlo k prohození poloh otočného čepu a čepu pro úchyt motoru. Touto změnou jsme předešli problémům, které vznikly u varianty č. 2, kde vysouvající píst motoru v některých polohách sedadla kolizně zasahoval do konstrukce otočného čepu.



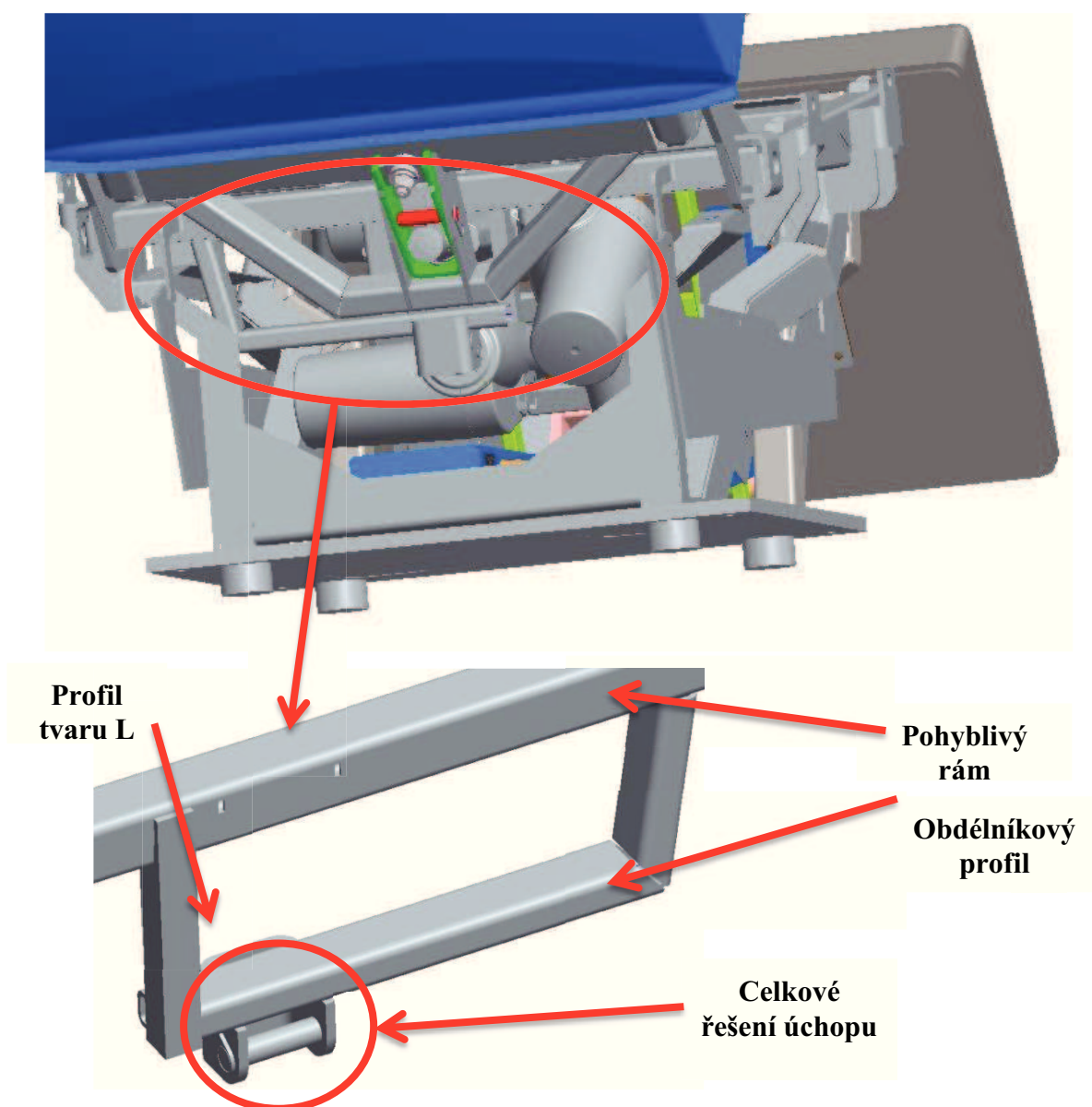
Obr. 5.9 - Varianta č. 3 (Uchycení pístnice motoru č. 1-PV4)

Po začlenění toho mechanismu do sestavy, se prokázalo, že nevznikají žádné kolizní situace a proto je tato varianta považována za vyhovující. Po následné konzultaci ve firmě BORCAD bylo toto řešení úchytu schváleno a z tohoto důvodu považováno za finální řešení.

5.3 Uchycení motoru č. 2

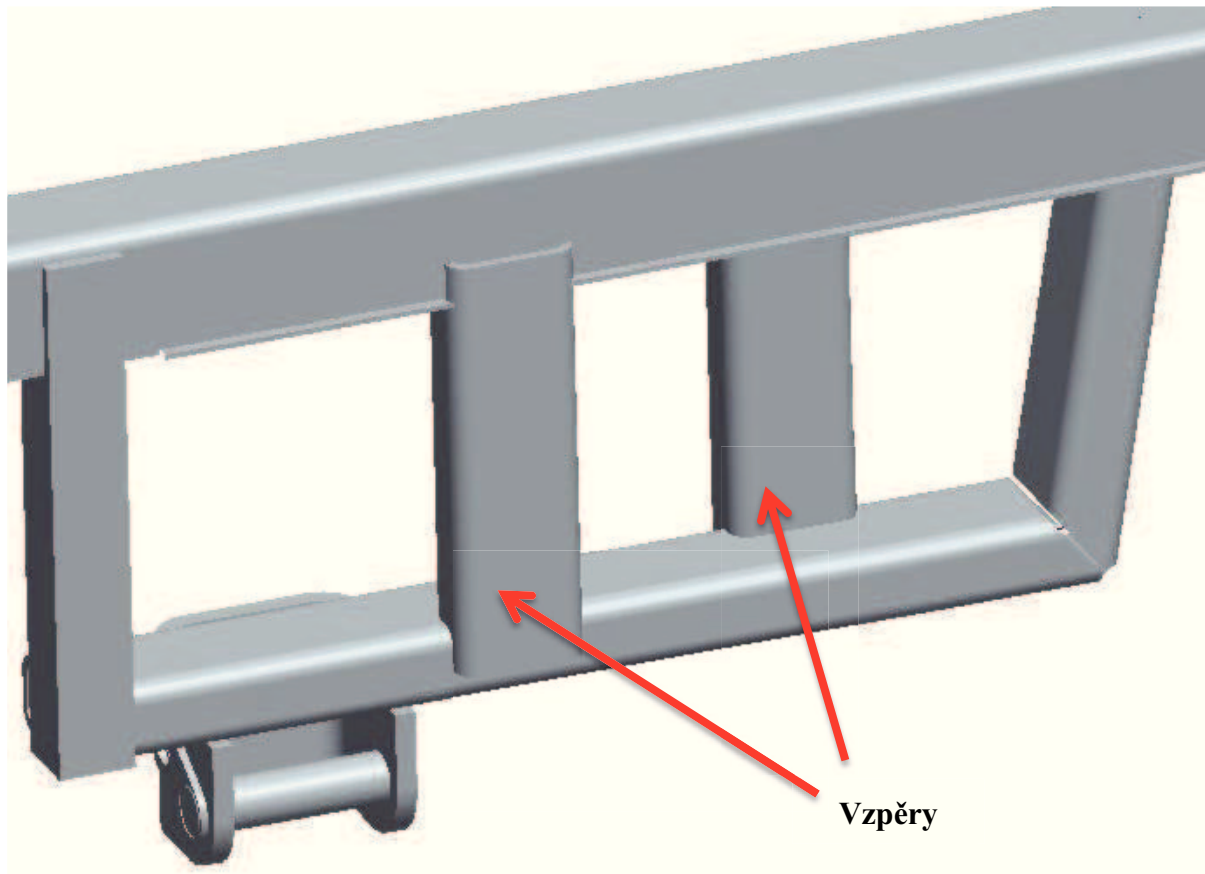
Uchycení zadní části motoru

U této varianty došlo dle požadavků k velkým změnám a to hlavně ve zkrácení celého obdélníkového profilu a konstrukci nového úchytu mezi motorem č. 1 a č. 2. K uchycení obdélníkového profilu byl použit profil tvaru L.



Obr. 5.10 - Varianta č. 3 (Uchycení zadní části motoru č. 2)

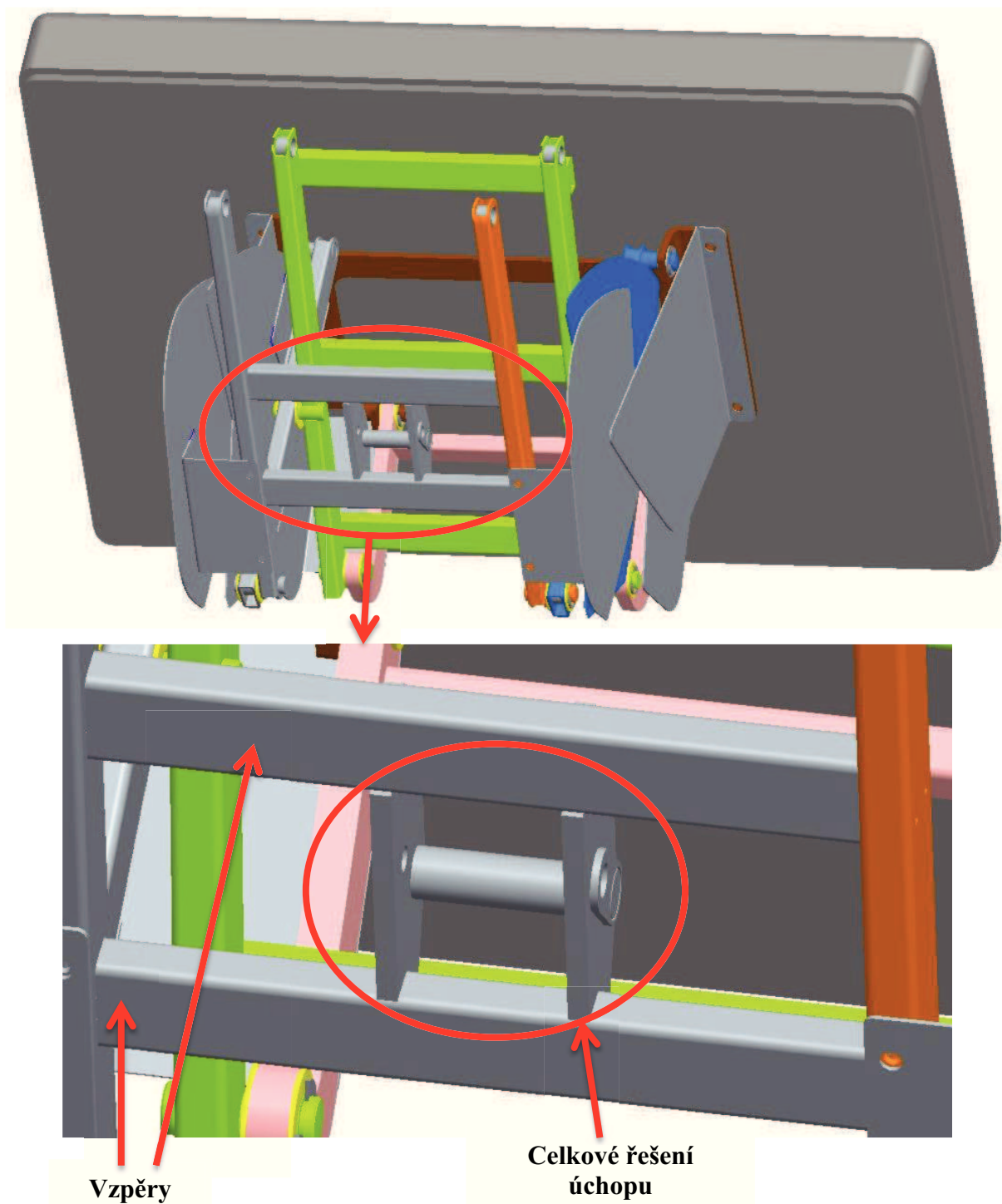
U tohoto řešení vznikly obavy z možného velkého ohybového namáhání vyvolaného tlačnou silou motoru. Z tohoto důvodu jsem provedl kontrolní výpočty pomocí metody MKP. Z výsledků vyšlo, že je nutné provést zpevnění celé konstrukce pomocí přidavných vzpěr. Výsledné uchycené pevné části motoru č. 2 je znázorněno na (obr. 5.11).



Obr. 5.11 - Varianta č. 3 (Zpevnění úchytu zadní části motoru č. 2 pomocí vzpěr)

Uchycení pístnice motoru

Pro tento úchop bylo navrženo zcela nové řešení. Tímto typem konstrukce bylo zajištěno celkového zpevnění a to pomocí obdélníkových profilů, které jsou pomocí svarového spoje přichyceny k podnožnímu dílu. Úchytný prvek je přichycen ke vzpěrám pomocí svarového spoje, jak je viditelné na (obr. 5.12).



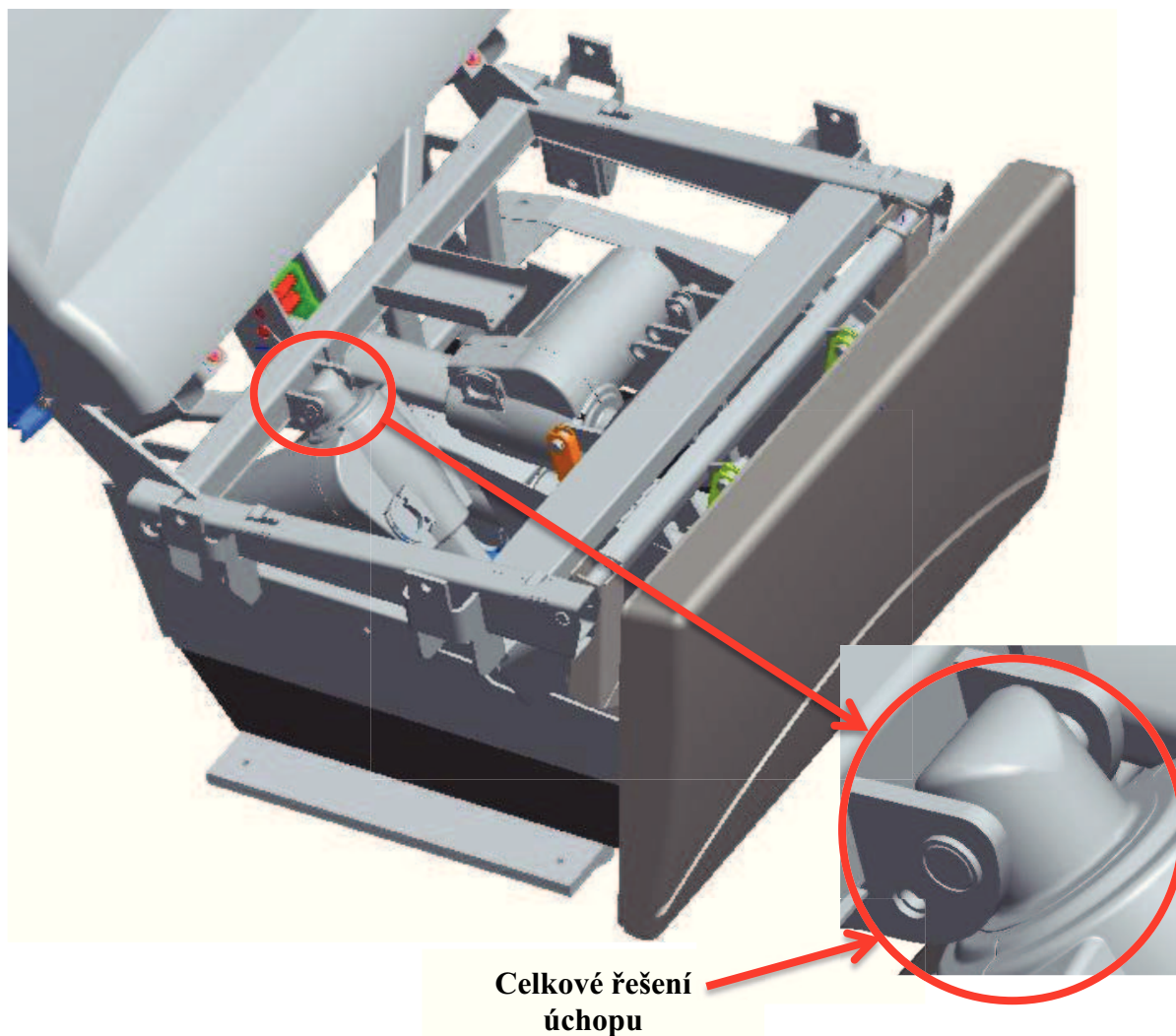
Obr. 5.12 - Varianta č. 3 (Uchycení pístnice motoru č. 2)

Tato varianta přispěla k velkému zpevnění celé konstrukce podnožního dílu a zabránění nevhodného kroucení tohoto dílu. Celková konstrukce se zdá velmi jednoduchá a přitom velice stabilní. V žádné poloze nevzniká kolizní situace, a proto se tato varianta jeví jako ideální. Po následné konzultaci ve firmě BORCAD bylo toto řešení úchytu schváleno a z tohoto důvodu považováno za finální řešení.

5.4 Uchycení motoru č. 3

Uchycení zadní části motoru

Oproti minulé konstrukční variantě došlo k zjednodušení konstrukce dle zadaných požadavků. Základ konstrukčního řešení však zůstal stejný jako v předchozí variantě. Výsledné řešení je viditelné na (obr. 5.13).

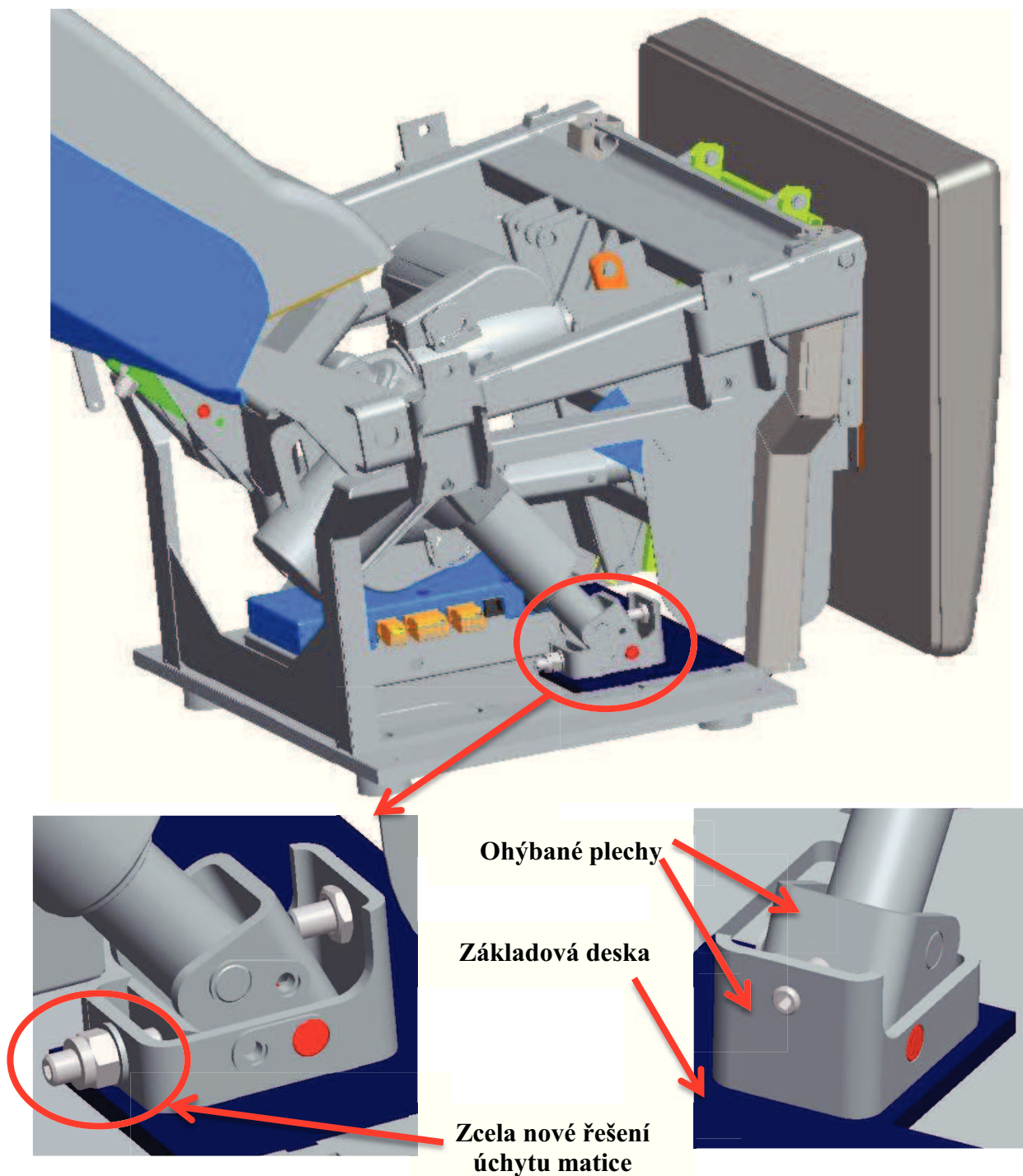


Obr. 5.13 - Varianta č. 3 (Uchycení zadní části motoru č. 3)

Toto řešení bylo schváleno firmou BORCAD a je považováno za finální.

Uchycení pístnice motoru

Tato varianta uchycení motoru č. 3 byla zcela předělána a výrazně zjednodušena. Bylo provedeno odebrání svíracího způsobu pojištění spoje proti pohybu a došlo k celkovému předělání ohýbaných plechů v mechanismu. U této varianty byla také dle požadavků přepracována základová deska. Celkový způsob seřizování členu byl zachován.



Obr. 5.14 - Varianta č. 3 (Uchycení pístnice motoru č. 3)

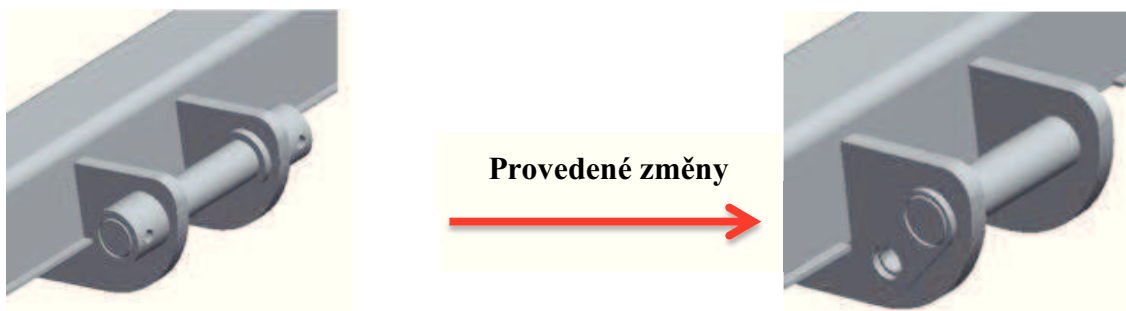
U konstrukce bylo dosaženo velkého zjednodušení. Do celkového řešení byly zahrnuty všechny požadované změny. Při pohybu tohoto mechanismu nevzniká žádná kolizní situace, a proto se zdá jako vyhovující. Toto řešení bylo schváleno firmou BORCAD a je považováno za finální.

5.5 Zhodnocení varianty č. 3 se začleněním všech požadavků

Do této varianty řešení byly zakomponovány všechny požadavky, které byly vzneseny firmou BORCAD.

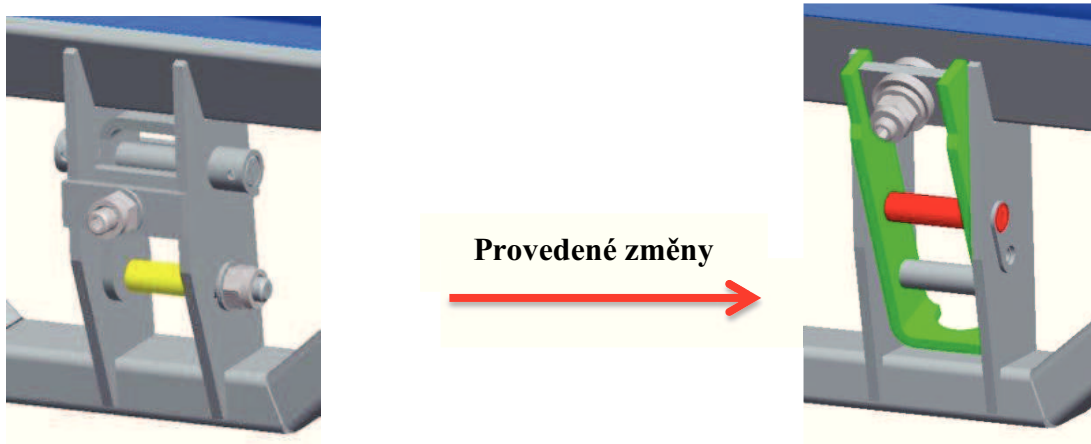
Provedené změny:

- a) Jedním z hlavních požadavků bylo zjednodušení celkové konstrukce úchytů. Tyto změny byly provedeny u všech variant úchytů a následně schváleny firmou BORCAD.



Obr. 5.15 – Zjednodušení celé konstrukce

- b) Bylo provedeno celkové přepracování seřizovacího mechanismu pro úchyt motoru č. 1 a navrženo mnoho variant. Po vzniklých problémech s kolizí seřizovacího členu s různými částmi sedadla bylo dosaženo optimálního řešení.



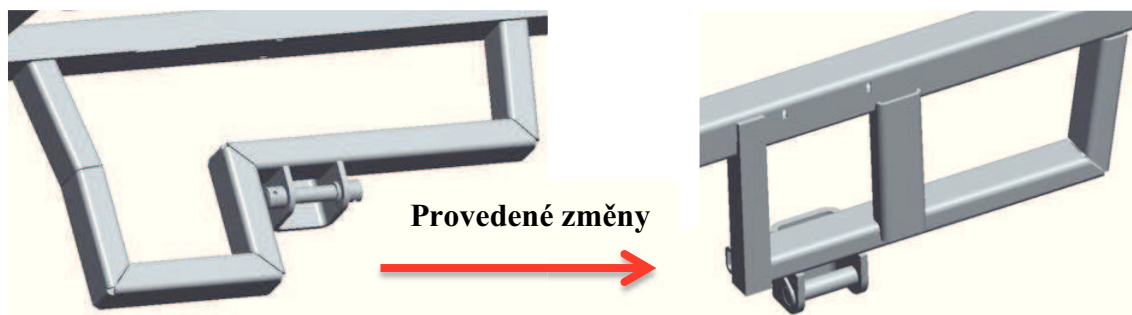
Obr. 5.16 – Přepracování seřizovacího mechanismu

- c) Byla navržena zcela nová konstrukce u zadní části motoru č. 1



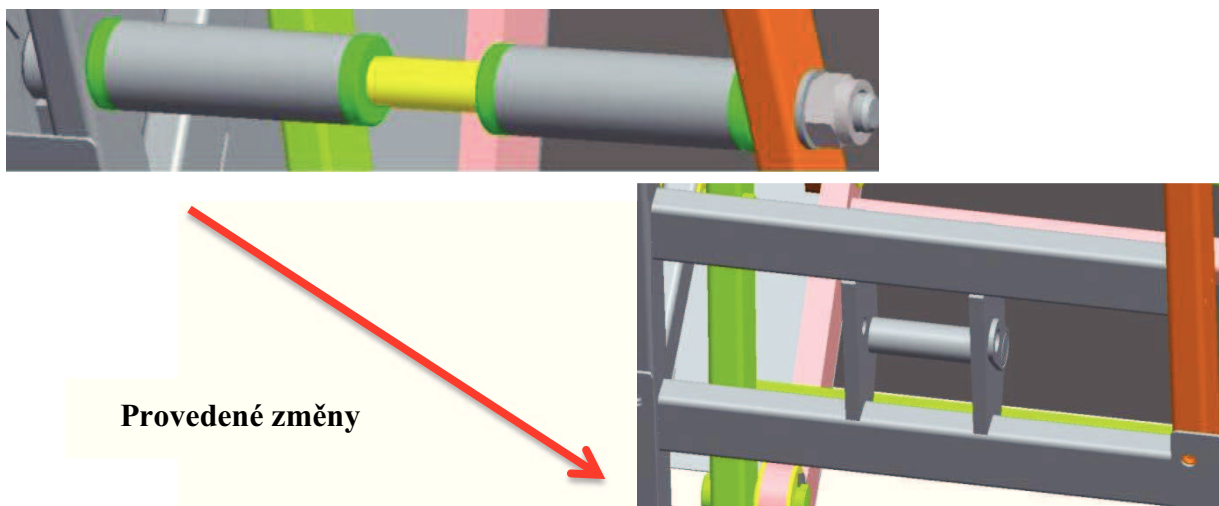
Obr. 5.17 – Nová konstrukce pevného úchytu zadní části motoru č. 1

- d) Byla velmi zjednodušená konstrukce obdélníkového profilu, který slouží k úchytu zadní části motoru č. 2.



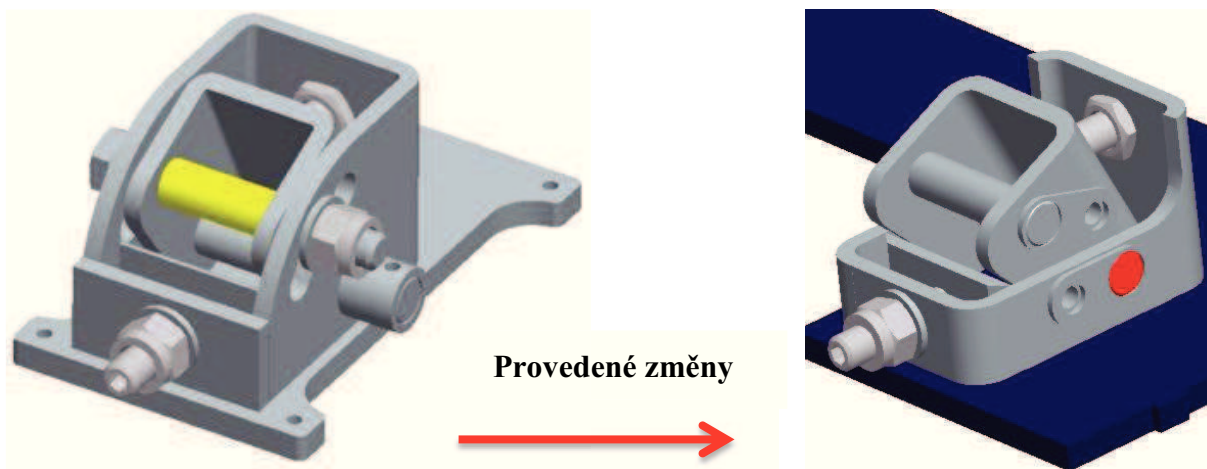
Obr. 5.18 – Zjednodušení konstrukce obdélníkového profilu

- e) Celkově byla přepracována varianta u pístnice motoru č. 2. U nové varianty bylo dosaženo celkového zpevnění mechanismu.



Obr. 5.19 – Nová konstrukce úchytu pístnice motoru č. 2

- f) Byla přepracována konstrukce seřizovacího mechanismu u pístnice motoru č. 3.



Obr. 5.20 - Upravená konstrukce seřizovacího mechanismu pro pístnici motoru č. 3

Do této konstrukční varianty byly úspěšně zakomponovány všechny požadované změny. Po provedené kontrole celé konstrukce bylo zjištěno, že u této varianty nikde nedochází ke kolizím, jak u poháněcích motorů mezi sebou, tak ani ke kolizím s konstrukcí sedadla. Celková konstrukce úchytů byla nejdříve projednána a následně schválena firmou BORCAD.

Další postup:

Po konzultaci ve firmě BORCAD byla výše uvedená konstrukční varianta schválena a v následujícím kroku byla domluvena schůzka ve firmě LINAK C&S s.r.o., kde měly být dohodnuty detaily ohledně dodávaných motorů. Z této schůzky však vyplynulo, že použití již dříve schválených motorů Linak LA27 není z technických důvodů možné. Na základě této skutečnosti bylo nutné zcela předělat již schválenou a doladěnou variantu s motory Linak LA27 a nahradit ji odlišnými typy motoru.

Po konzultaci se zástupcem firmy Linak C&S s.r.o., byla navržena varianta s použitím jednoho motoru Linak LA31, a to pro pohyb zádové opěrky, a dvojici motorů Linak LA23, pro zajištění pohybu sedáku a podnožního dílu.

Celková konstrukce musí být kvůli tomuto neočekávanému problému zcela předělána a přizpůsobena na použití zcela nových motorů.

6. Varianta č. 4 - Použití odlišných motorů Linak LA31 a LA23

V této konstrukční variantě byla použita kombinace motorů Linak LA31 pro pohon zádové opěrky a Linak LA23 pro pohon sedáku a podnožního dílu. Tyto motory jsou použity z důvodu technické nevhodnosti motorů Linak LA27, které byly použity v předešlé variantě.

Pro pohon sedáku a podnožního dílu jsem použil motor Linak LA23. Tento motor má velmi vhodné zástavbové rozměry.

Minimální požadavky při použití Linak LA23

Při použití motoru Linak LA23 je dle katalogu (15) minimální zástavbová délka motoru $L_{23} = 110 + S$ mm. V tomto případě S znamená zdvih. Dle přiložené tabulky (tab. 6.1) je patrné, že minimální zdvih je pro tuto variantu 50 mm.

Tab. 6.1 – Minimální zástavbová délka motoru Linak LA23

Safety option	Stroke length	Spindle pitch	Minimum Built-in Dimensions
0 = No safety option	50 - 200	6, 9 or 12	110 + stroke
		3, 5	118 + stroke

$$L_{23} = 110 + S = 50 + 110$$

$$L_{23} = 160 \text{ mm}$$

Dle výše uvedeného výpočtu je minimální zástavbová délka motoru $L_{23} = 160$ mm.

Tvary úchytů motoru LA23

Pohon se do konstrukce sedadla uchycuje stejně jako u motoru LA31 pomocí úchytu, které jsou zajištěny plastovou vložkou, která je vložena v oku motoru. Tato vložka zajišťuje dobré otočné spojení čepu úchytu a úchytu motoru.

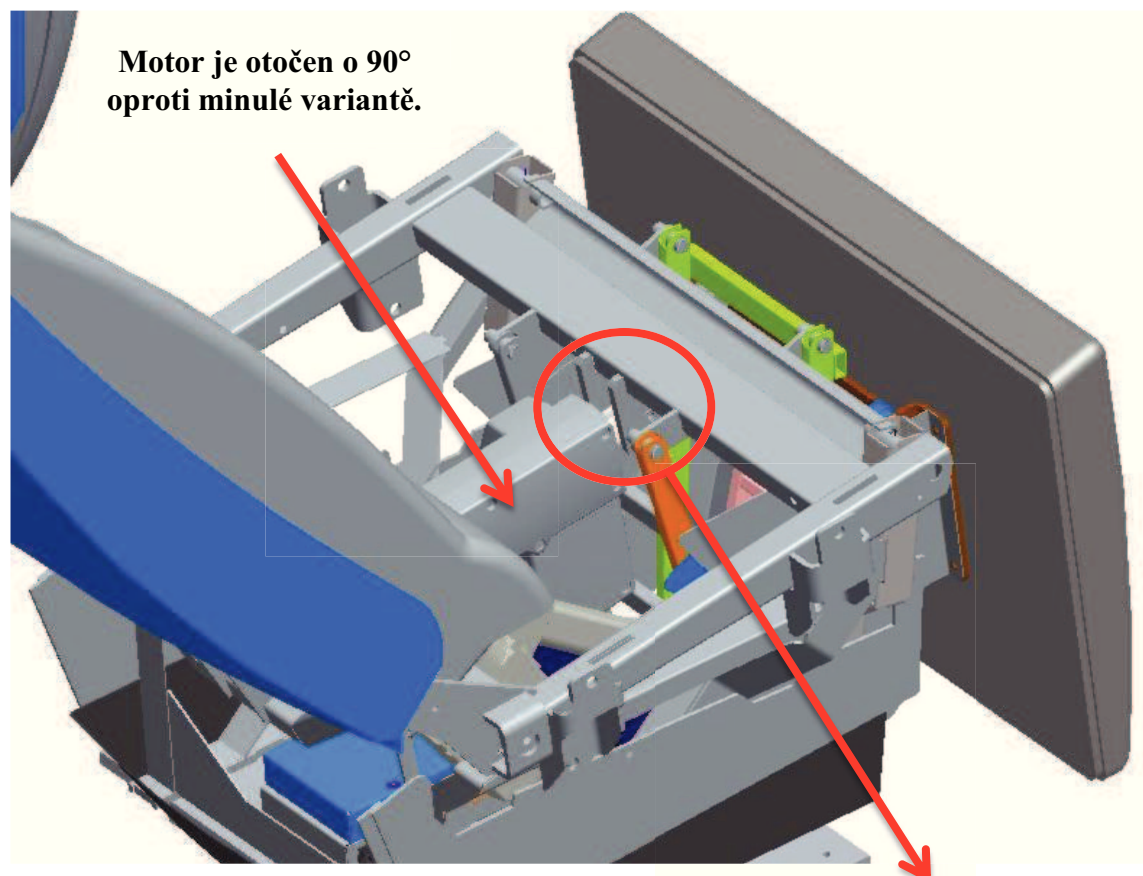
Postup potřebný pro výměnu motorů

Po zhodnocení nových poznatků bylo zjištěno, že při použití nových typů motorů bude muset být v mnoha případech zcela změněn tvar úchopu a to z důvodu velikosti motorů. Všechny provedené změny v úchopech jsou níže popsány v dalších kapitolách.

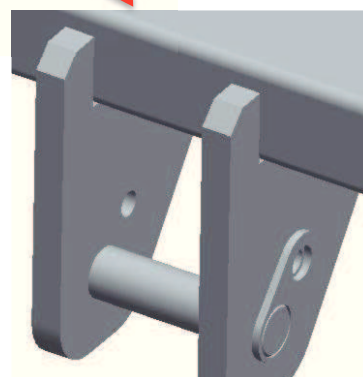
6.1 Uchycení motoru č. 1

Uchycení zadní části motoru

V případě tohoto úchyty nastal největší problém ve velikosti minimální zástavbové délky, která byla pro tento případ nevyhovující. Z tohoto důvodu byl předělán tvar úchyty motoru, aby bylo dosaženo zvětšení zástavbové délky motoru na minimální požadovanou a to $L = 289$ mm. Tato skutečnost mohla být dosažena pouze v případě, že se daný motor natočí o 90° , jak je patrné z (obr. 6.1).

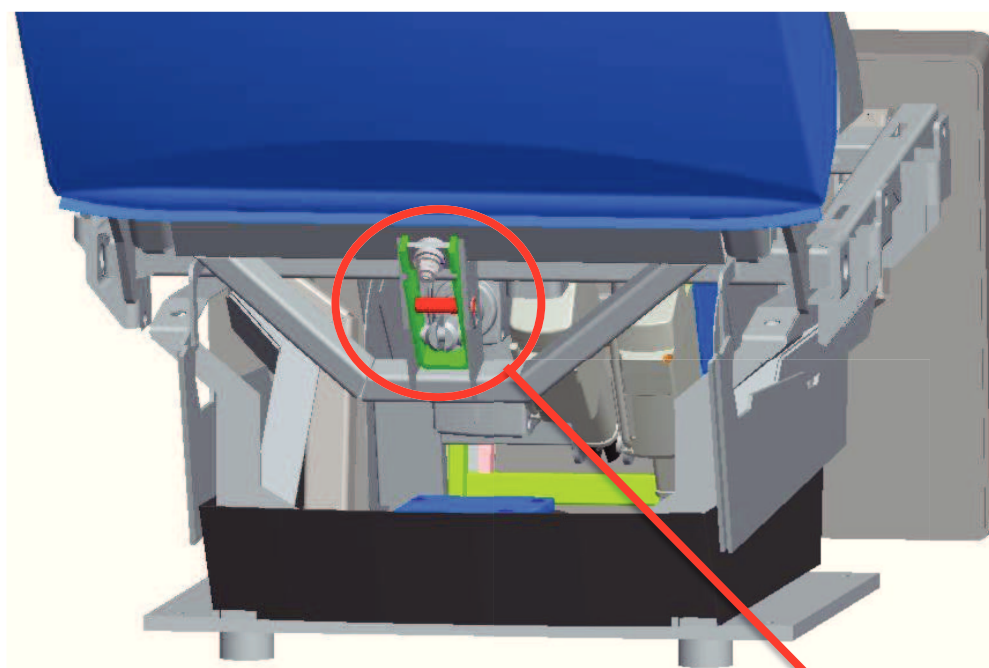


Při natočení motoru se minimální zástavbová délka zvětší natolik, že vyhovuje minimálním požadavkům použitého motoru. U této varianty nedochází k žádným kolizním situacím, a proto zdá jako ideální.



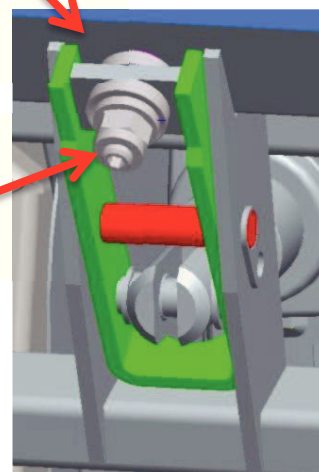
Obr. 6.1 - Varianta č. 4 (Uchycení zadní části motoru č. 1)

Uchycení pístnice motoru



U uchycení pístnice motoru č. 1 došlo jen k malým změnám a to v polohách čepů a mírnému rozdílu tvaru ohýbaného plechu.

**Celkové řešení
úchopu**

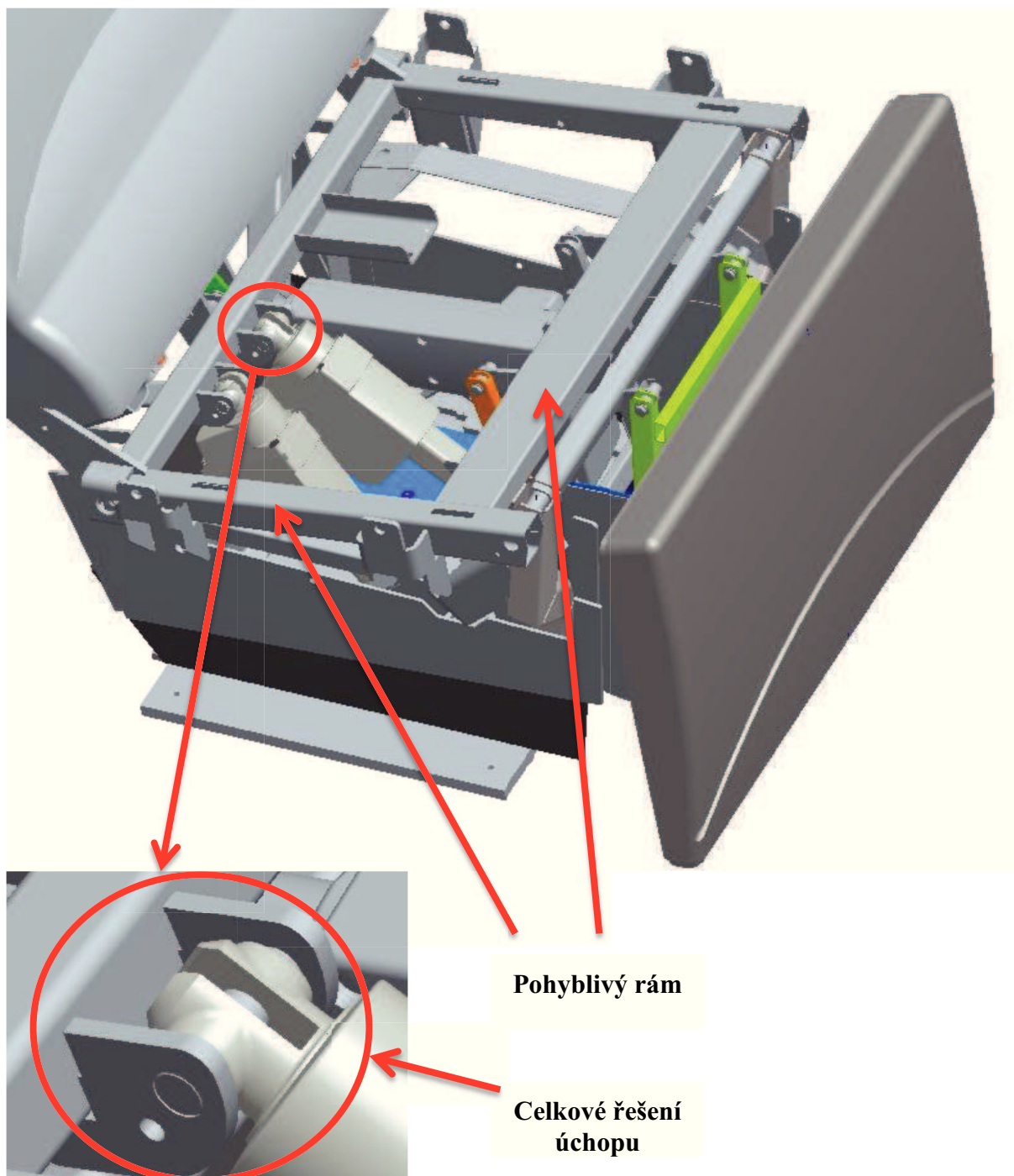


6.2 Uchycení motoru č. 2

Uchycení zadní části motoru

Z důvodu použití motoru Linak LA31 pro pohyb zádové opěrky a následném natočení motoru v sestavě vznikl problém s nedostatkem místa ve spodní části pod tímto motorem, kde se v dřívějších variantách nacházel motor č. 2. Z tohoto důvodu bylo nutno zcela předělat úchyt motoru. Z konstrukce zcela zmizel ohýbaný obdélníkový profil, který plnil účel podpory zadní části motoru č. 2. Nový úchyt byl zkonstruován na pohyblivém rámu sedadla. Toto řešení bylo možné pouze za použití motoru Linak LA23, protože jeho zástavbová velikost má mnohem menší hodnoty než předešle používaný motor Linak LA27.

Obr. 6.2 - Varianta č. 4 (Uchycení pístnice motoru č. 1)

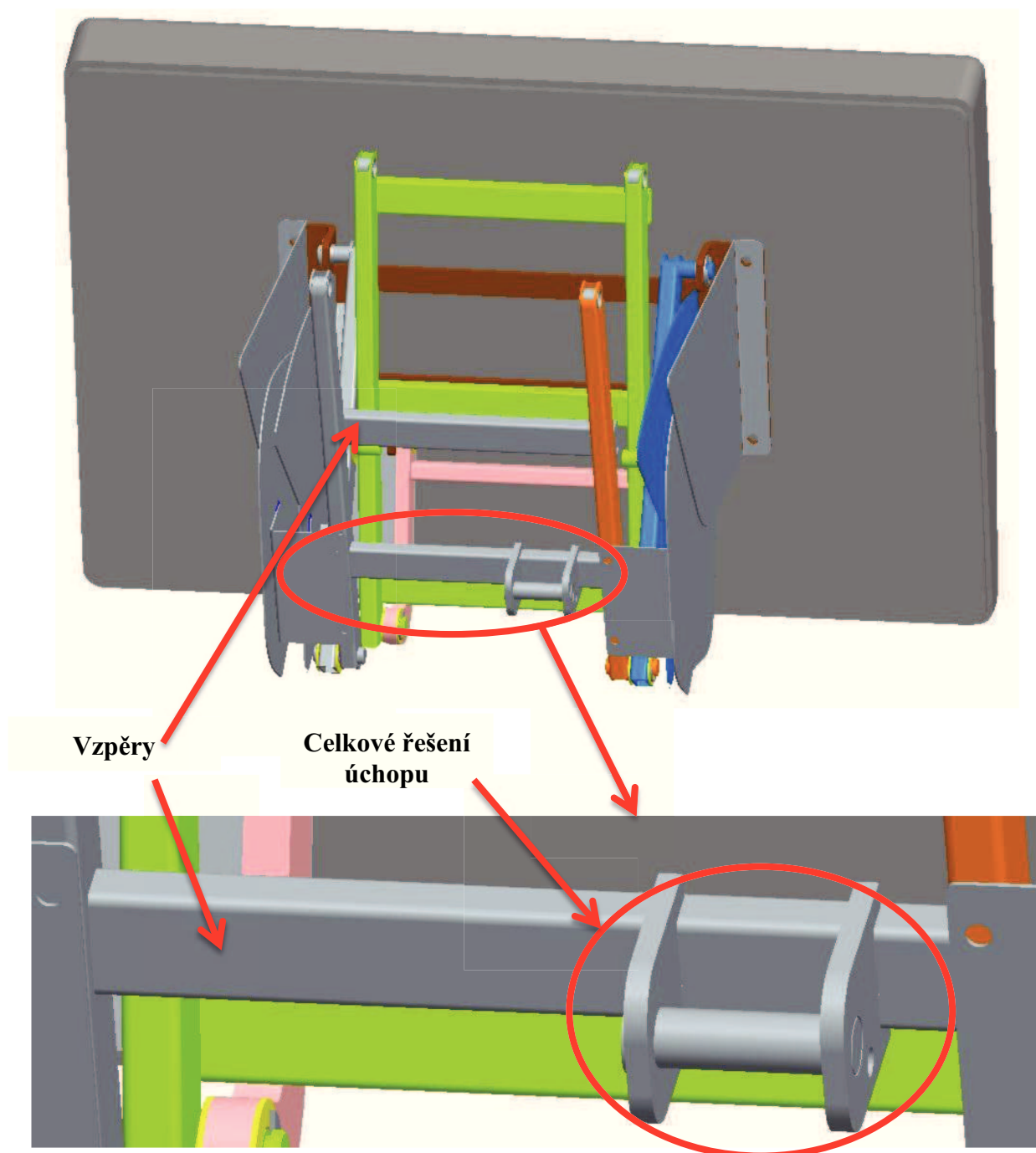


Obr. 6.3 Varianta č. 4 (Uchycení zadní části motoru č. 2)

Konstrukce úchopu byla přemístěna na pohyblivý rám a uchycena pomocí svarového spoje. Byl použit stejný typ úchytu, který se používá k uchycení zadní části motoru č. 3. Proto se celá konstrukce výrazně zjednodušila a bylo vyřazeno mnoho již nepotřebných dílů. U této varianty uchopení nedochází k žádným kolizním situacím, a proto se zdá ideální.

Uchycení pístnice motoru

Z důvodů vzniklé kolize s motorem č. 1 nebylo možné použít stávající varianty pro úchop pístnice motoru č. 2. Ze vzniklých kolizních situací bylo navrženo nové řešení konstrukce a to s hlavním požadavkem na zachování pevnosti celkové konstrukce podnožního dílu. Zpevnění podnožního dílu bylo dosaženo zachováním dvou vzpěr mezi rameny podnožního dílu. Celkový úchop byl posunut na pravou stranu konstrukce. U tohoto řešení nedochází k žádným kolizním situacím, a proto se jeví jako ideální.

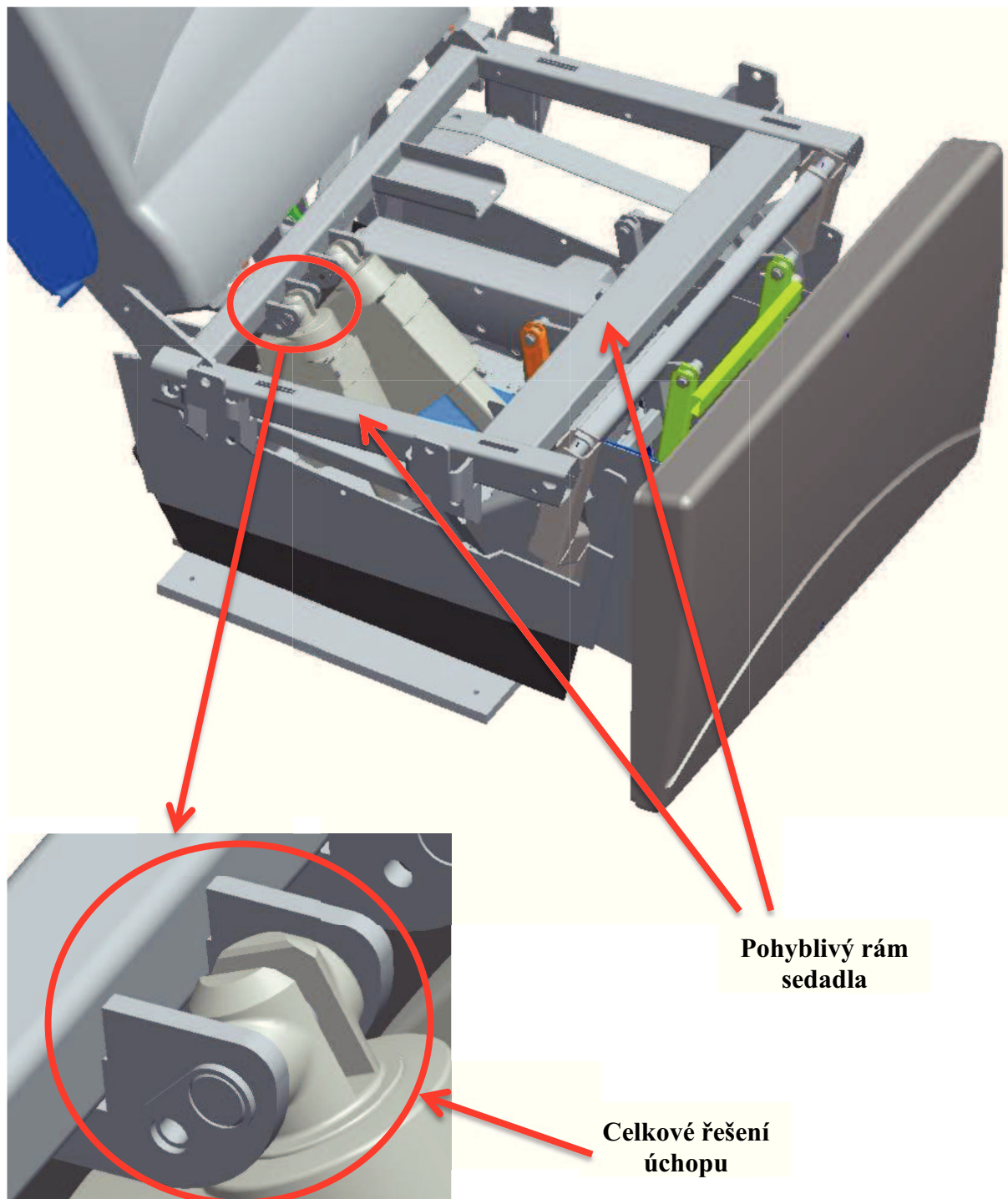


Obr. 6.4 - Varianta č. 4 (Uchycení pístnice motoru č. 2)

6.3 Uchycení motoru č. 3

Uchycení zadní části motoru

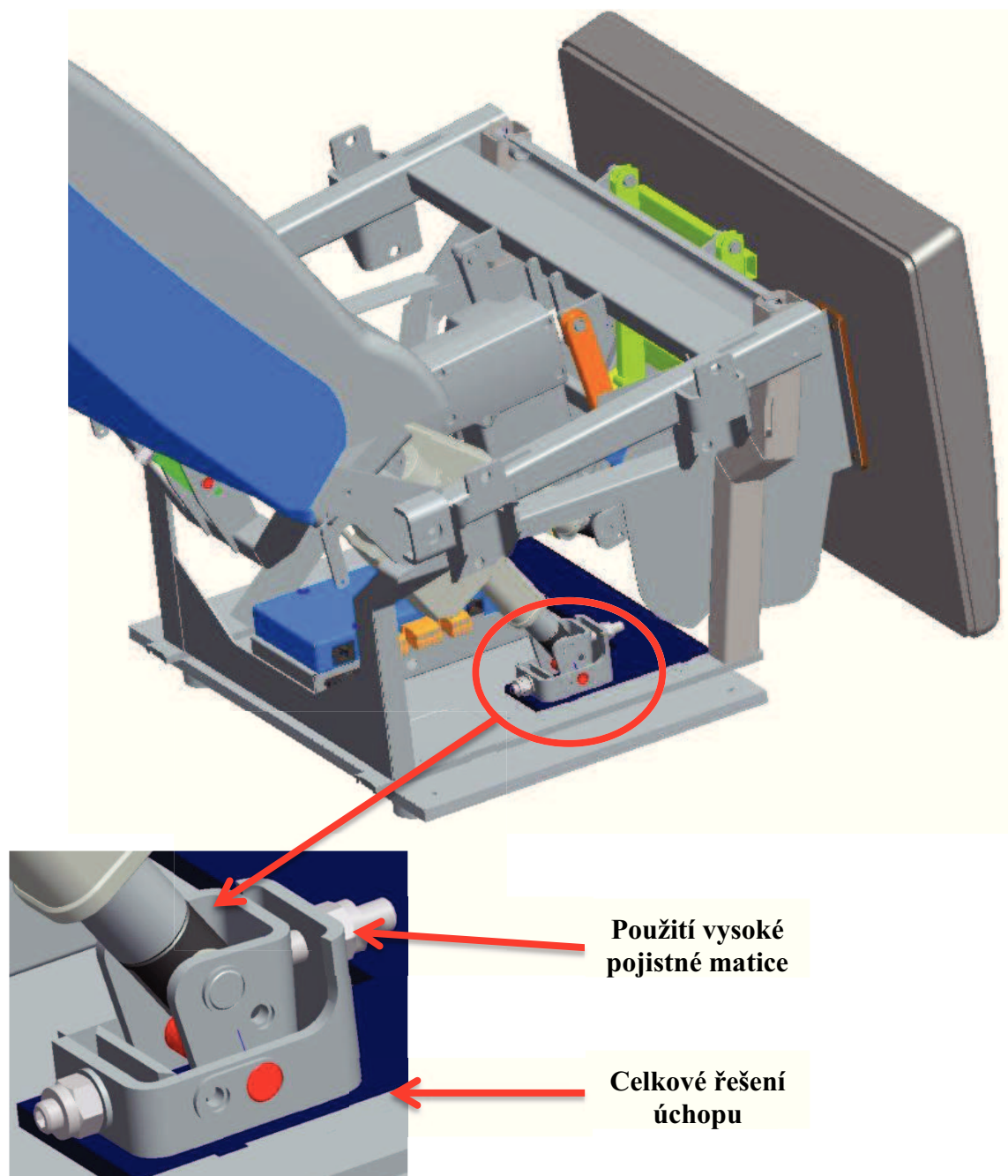
Tato varianta zaznamenala jen málo změn v porovnání s předchozí. Jednou z těchto změn je přesunutí úchytu blíže k rámu sedadla a to z důvodů kolize s motorem č. 2. Změněn byl i tvar úchopu, aby vyhovoval pro nově použitý motor Linak LA23.



Obr. 6.5 - Varianta č. 4 (Uchycení zadní části motoru č. 3)

Uchycení pístnice motoru

Z důvodu odlišného řešení tvaru pístnice motoru byl rozměrově upraven mechanismus seřizování motoru č. 3. Použitý motor Linak LA23 má mnohem menší minimální zástavbovou délku, proto bylo možné posunout celý mechanismus blíže k zadní straně sedadla. Díky této úpravě bylo dosaženo zvětšení prostoru mezi seřizovacím mechanismem a podnožním dílem. V sestavě mechanismu mohla být tedy nahrazena nízká pojistná matice pro seřizování na straně od podnožního dílu normální pojistnou maticí.



Obr. 6.6 - Varianta č. 4 (Uchycení pístnice motoru č. 3)

Zhodnocení varianty č. 5

V této variantě bylo úspěšně dosaženo zařazení dvou typů motorů do konstrukce sedadla, jak bylo požadováno po vzniklých problémech s motory Linak LA27. Po důkladné kontrole lze konstatovat, že v celé konstrukci nedochází k žádnému koliznímu kontaktu jak mezi motory tak ani mezi motory a samostatným sedadlem. Po konzultaci ve firmě BORCAD byla tato varianta schválena. Toto konstrukční řešení je v rámci mé práce považováno za finální a po prokonzultování výrobních parametrů a vypracování celkové výkresové dokumentace byla zahájena výroba prototypu.

7. Kontrolní výpočty namáhaných součástí

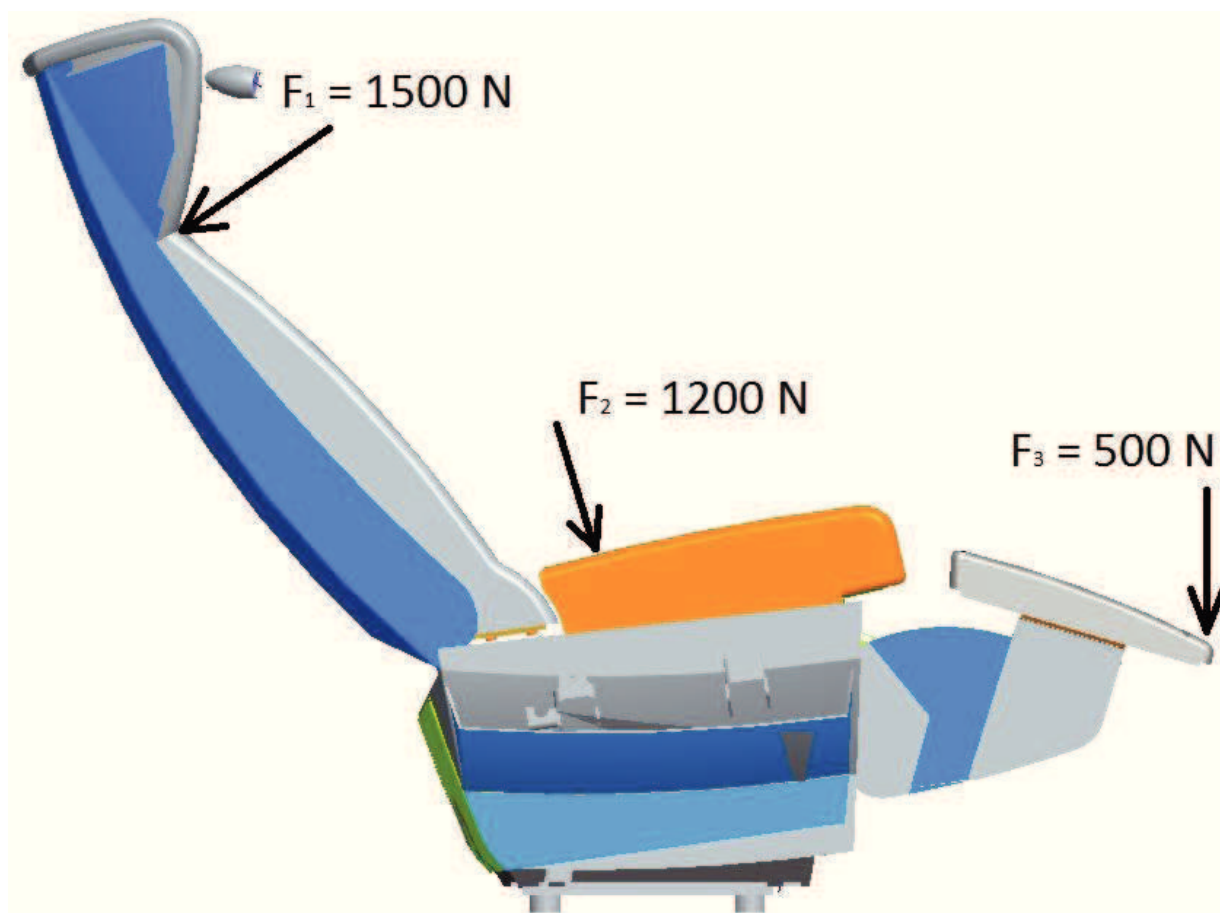
7.1 Určení velikostí motorů z maximálních zatížení

Dle zadané normy UIC 556 (10), která se zabývá popisem základních zkoušek pro zatěžování sedadel do vlaku, jsem určil, jaké jsou maximální zátěžné síly na konstrukci úchytů pro definované motory.

Podle těchto vypočtených sil jsem dále dle katalogových hodnot určil maximální zátěžné síly, které je potřeba vyvinout pro správný a plynulý chod i při maximálním zatížení sedadla.

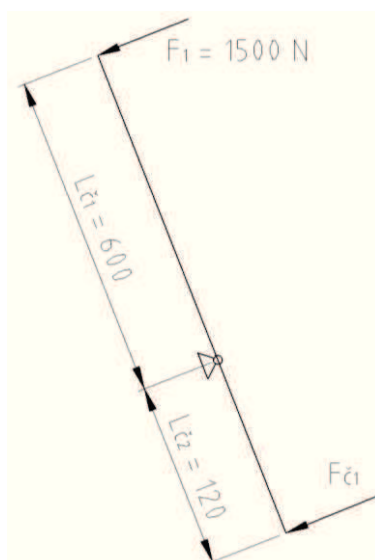
Rozdělení zatížení na sedadlo dle normy UIC 556 (10)

Na (obr. 7.1) jsou znázorněny maximální zátěžné síly, kterými teoreticky bude sedadlo namáháno. Pomocí těchto sil byly v dalších krocích spočítány síly, které působí na písty motorů a zatěžují konstrukci úchytů.



Obr. 7.1 – Maximální zatížení na sedadlo dle normy UIC 556

7.1.1 Stanovení potřebné síly pro motor č. 1



Obr. 7.2 – Síly působící na motor č. 1

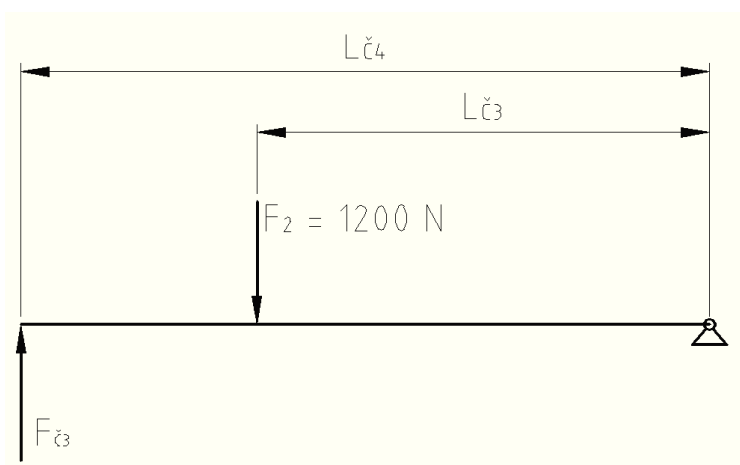
$$\Sigma M = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow F_1 \cdot L_{\check{c}1} + F_{\check{c}1} \cdot L_{\check{c}2} = 0$$

$$F_{\check{c}1} = \frac{F_1 \cdot L_{\check{c}1}}{L_{\check{c}2}} = \frac{1500 \cdot 600}{120} = 7500 \text{ N} \quad (7.1)$$

Po konzultaci ve firmě Linak C&S s.r.o., a po konzultaci se zadavatelem, byla stanovena síla motoru a to jak v tlaku, tak i v tahu na $F_{\check{c}1M} = 6000 \text{ N}$. Tato síla je sice menší, než síla vypočtená, ale dle zkušeností s provozem stávajících sedadel, je naprosto dostačující. Pro pevnostní výpočty budu pochopitelně počítat s maximální možnou silou $F_{\check{c}1M} = 7500 \text{ N}$.

7.1.2 Stanovení potřebné síly pro motor č. 3



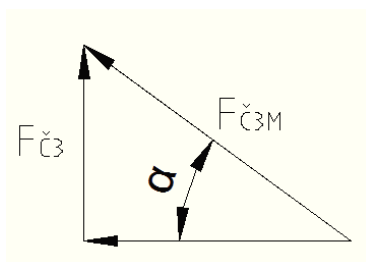
Obr. 7.3 - Síly působící na motor č. 3

$$\Sigma M = 0$$

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow F_2 \cdot L_{\check{C}3} - F_{\check{C}3} \cdot L_{\check{C}4} = 0$$

$$F_{\check{C}3} = \frac{F_2 \cdot L_{\check{C}3}}{L_{\check{C}4}} = \frac{1200 \cdot 220}{305} = 866 \text{ N} \quad (7.2)$$

Vypočtená síla $F_{\check{C}3}$ je síla, která působí kolmo na pohyblivý rám sedadla. V dalším kroku je vypočtena maximální síla, která působí v ose motoru č. 3. Tato síla je závislá na velikosti úhlu α . Tento výpočet jsem provedl při maximálním možném natočení motoru č. 3 a to je $\alpha = 64^\circ$.



Obr. 7.4 – Výpočet síly v motoru č. 3

$$F_{\check{C}3M} = F_{\check{C}3} \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_{\check{C}3M} = \frac{F_{\check{C}3}}{\sin(\alpha)} = \frac{866}{\sin(64^\circ)} = 964 \text{ N} \quad (7.3)$$

Maximální vypočtená síla, která působí na píst motoru je $F_{\check{C}M3} = 964 \text{ N}$. Po konzultaci se zástupcem firmy Linak jsem zvolil motory č. 2 a č. 3 s maximálním zatížením $F_{\check{C}3M} = 2500 \text{ N}$. Tato síla je větší než maximální vypočtená a proto vyhovuje.

7.1.3 Stanovení potřebné síly pro motor č. 2

Pro tento motor byl dle zkušeností zástupce firmy Linak zvolen stejně silný motor jako v případě motoru č. 3 a to s maximálním zatížením $F_{\check{C}2M} = 2500 \text{ N}$. U tohoto motoru nebyl proveden přesný výpočet a to z důvodu složitosti konstrukce a předpokladu, že se zde neočekávají velké působící síly. Tato skutečnost byla konzultována s vedoucím práce a následně schválena.

7.2 Použité materiály a jejich materiálové vlastnosti

Pro konstrukci nosné části se používají:

Ohýbané plechy hlavně pro tvorbu tvarovaných úchytů motorů a tvarované profily obdélníkového a čtvercového průřezu z materiálu S235JRG1 (ekvivalent 11 373) s materiálovými vlastnostmi dle (5)

$$R_{emin} = 235 \text{ MPa}$$

$$R_m = (340 - 470) \text{ MPa}$$

pro více namáhané plechy a profily byl použit materiál S355J0 (ekvivalent 11 523) s materiálovými vlastnostmi dle (6)

$$R_{emin} = 355 \text{ MPa}$$

$$R_m = (490 - 630) \text{ MPa}$$

Pro spojení motoru s konstrukcí sedadla se používají otočné nerezové čepy:

pro méně namáhané čepy je použit materiál 1.4301 s materiálovými vlastnostmi dle (7)

$$R_e = 260 \text{ MPa}$$

$$R_m = (340 - 470) \text{ MPa}$$

pro více namáhané čepy byl použit materiál 1.0718, který má lepší pevnostní vlastnosti. V mém případě se jedná o automatovou taženou ocel s materiálovými vlastnostmi dle (8)

$$R_e = 440 \text{ MPa}$$

$$R_m = (560 - 810) \text{ MPa}$$

8. Pevnostní kontrola zvolených součástí

8.1 Pevnostní kontrola otočných čepů

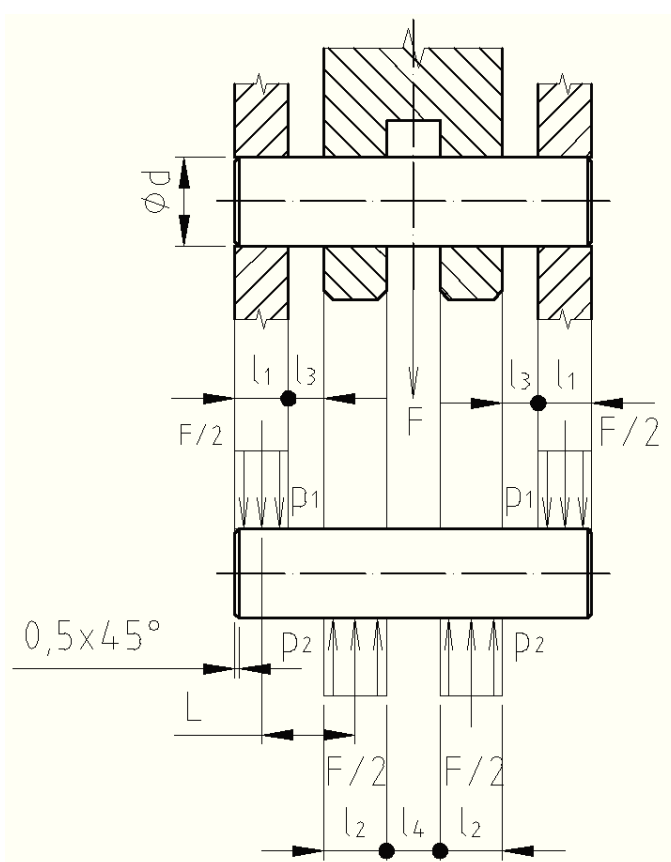
8.1.1 Kontrola čepu motoru č. 1

Na tento čep působí síla $F_{\check{C}1}$. Tato síla je vyvozena od motoru č. 1, který zajišťuje pohyb zádové opěrky. Pro tento čep byl zvolen materiál 1.4301, který se pro tento účel ve firmě BORCAD používá.

Čep u pevné části motoru č. 1

Naměřené hodnoty úchytu:

$$\begin{aligned} l_1 &= 6 \text{ mm} \\ l_2 &= 9,9 \text{ mm} \\ l_3 &= 1,55 \text{ mm} \\ l_4 &= 6,1 \text{ mm} \\ d &= 10 \text{ mm} \\ F &= 7500 \text{ N} \end{aligned}$$



Obr. 8.1 – Výpočet čepu č. 1

Dovolené napětí pro 1.4301

$$\sigma_{D(1.4301)} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{260}{1,2} = 216,7 \text{ MPa}$$

(8.1)

$$R_e = 260 \text{ MPa dle (7)}$$

Maximální ohybový moment

$$M_{OMAX} = \frac{F}{2} \cdot L$$

$$M_{OMAX} = \frac{F}{2} \cdot \left(\frac{l_1 - 0,5}{2} + l_3 + \frac{l_2}{2} \right) = \frac{7500}{2} \cdot \left(\frac{6 - 0,5}{2} + 1,55 + \frac{9,9}{2} \right) \quad (8.2)$$

$$M_{OMAX} = 34688 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Maximální ohybové napětí

$$\sigma_{OMAX} = \frac{M_{OMAX}}{W_O} = \frac{M_{OMAX}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{32 \cdot 34688}{\pi \cdot 10^3} = 353,3 \text{ MPa} \quad (8.3)$$

Smykové napětí

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{F}{6 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{2 \cdot F}{3 \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 7500}{3 \cdot \pi \cdot 10^2} = 15,9 \text{ MPa} \quad (8.4)$$

Redukované napětí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_0^2 + 3\tau_s^2} = \sqrt{353,3^2 + 3 \cdot 15,9^2} = 354,4 \text{ MPa} \geq \sigma_{D(1.4301)} \quad (8.5)$$

$$= 216,7 \text{ MPa} \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Z výše uvedeného výpočtu je patrné, že použitý materiál (nerezová ocel 1.4301) je pro tento čep nevyhovující. Za předpokladu, že polotovar čepu musí být z automatové tažené oceli, jsem pro další výpočty zvolil materiál čepu 1.0718 (9SMnPb28 K) dle (8)

Dovolené napětí pro 1.0718 (9SMnPb28 K)

$$\sigma_{D(1.0718)} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{440}{1,2} = 366,7 \text{ MPa} \quad (8.6)$$

$$R_e = 440 \text{ MPa dle (8)}$$

Redukované napětí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_0^2 + 3\tau_s^2} = \sqrt{353,3^2 + 3 \cdot 15,9^2} = 354,4 \text{ MPa} \geq \sigma_{D(1.0718)} \quad (8.7)$$

$$= 366,7 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Po změně materiálu čepu kontrolní pevnostní výpočet vyhovuje.

Kontrola na otláčení**Kontrola tlaku na stykové ploše l_1**

$$p_1 = \frac{F}{d \cdot l} = \frac{F}{2 \cdot d \cdot l_1} = \frac{7500}{2 \cdot 10 \cdot (6 - 0,5)} = 68,2 \text{ MPa} \leq p_D = 120 \text{ MPa} \quad (8.8)$$

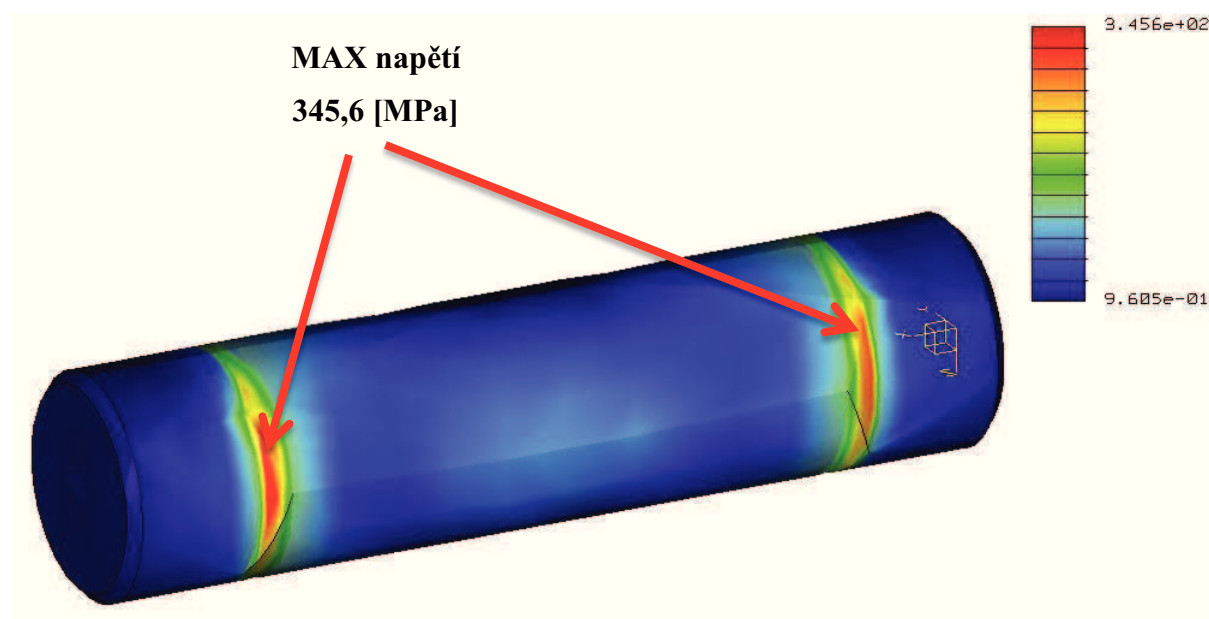
Kontrola tlaku na stykové ploše l_2

$$p_2 = \frac{F}{d \cdot l} = \frac{F}{2 \cdot d \cdot l_2} = \frac{7500}{2 \cdot 10 \cdot 9,9} = 38,9 \text{ MPa} \leq p_D = 120 \text{ MPa} \quad (8.9)$$

kde dovolený tlak $p_D = 120 \text{ MPa}$ dle (3)

Dle výše provedených výpočtů lze konstatovat, že při použití nového materiálu čepu 1.0718 je pevnostní výpočet čepu u pevné části motoru č. 1 vyhovující.

Pro kontrolu správnosti výpočtu jsem provedl následný MKP výpočet čepu.

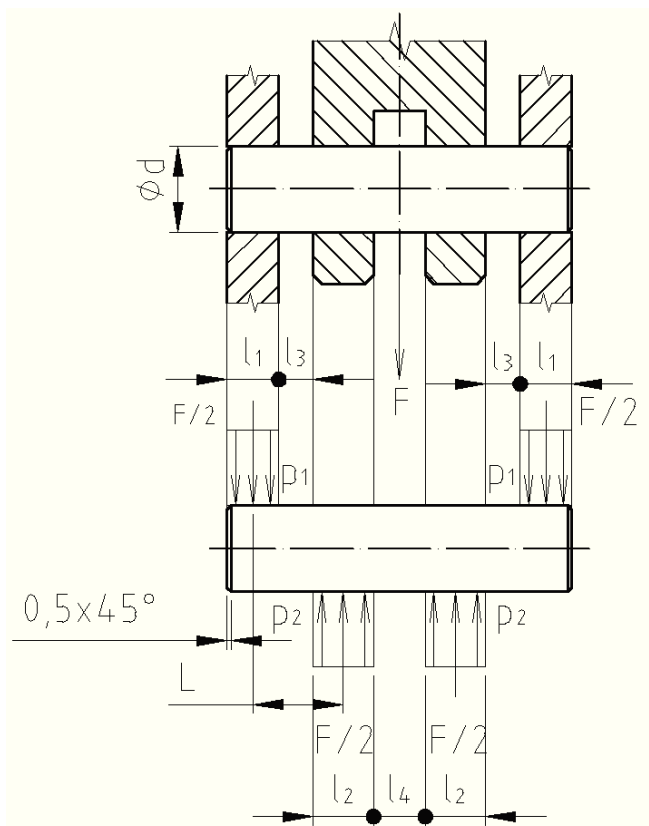


Obr. 8.2 – Výsledek MKP výpočtu čepu č. 1

Z MKP výpočtu je evidentní, že výsledné maximální napětí se znázorňuje na správném místě a to mezi přídržným plechem a úchopem motoru. Maximální napětí je téměř totožné s analytickým výpočtem. Z tohoto důvodu považuji výsledek za správný.

8.1.2 Pevnostní kontrola dalších čepů

Následně byly provedeny dle stejného postupu jako v předešlém případě výpočty zbývajících otočných čepů v konstrukci. Z důvodů rozdílných rozměrů úchytů u zadní části motoru a pístnice motoru č. 1 jsem provedl výpočet i u pístnice motoru. Pro zbylé dva motory č. 2 a č. 3 jsem použil stejné typy motorů, a proto je proveden společný výpočet a to s maximální vyvozenou silou od motoru č. 3 $F_{\text{č.3}} = 964 \text{ N}$. V případě těchto motorů má zadní část motoru a pístnice téměř totožné rozměry, proto je počítána jen jeden typ.



Obr. 8.3 – Výpočet dalších čepů

Tab. 8.1 - Naměřené hodnoty úchytu

	Motor č. 1 (pístnice)	Motor č. 2 a č. 3
$l_1 [mm]$	4	4
$l_2 [mm]$	7,95	9,8
$l_3 [mm]$	3,5	1,6
$l_4 [mm]$	6,1	6,2
$d [mm]$	10	10
$F [N]$	7500	964

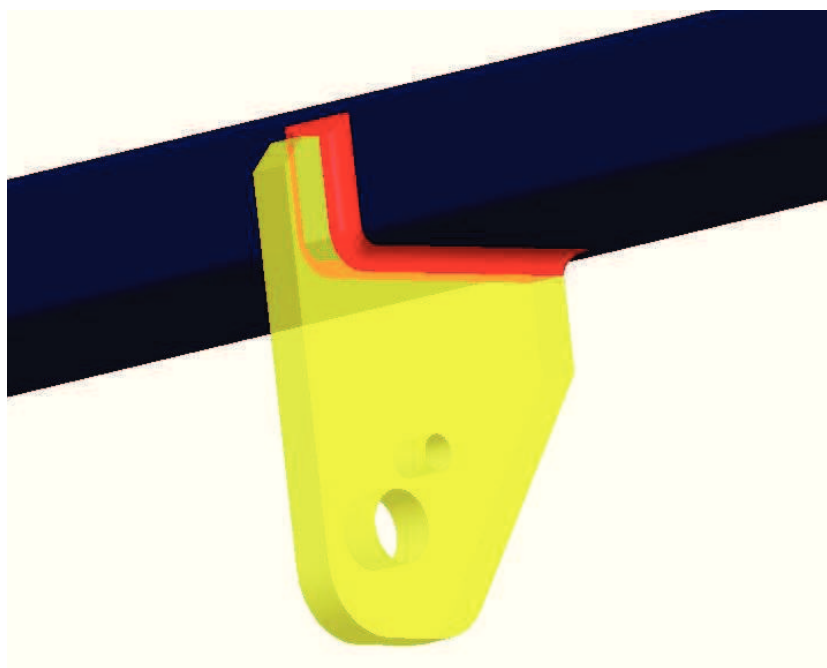
Tab. 8.2 - Výsledky výpočtů

	Motor č. 1 (pístnice)	Motor č. 2 a č. 3
M_{OMAX}	34593,8 N · mm	3976,5 N · mm
σ_{red}	353,5 MPa	40,7 MPa
σ_D	466,7 MPa	216,7 MPa
p_1	107,1 MPa	13,8 MPa
p_2	47,2 MPa	4,9 MPa
Výpočet	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dle výše provedených výpočtů lze konstatovat, že pevnostní výpočet čepů byl ve všech počítaných případech vyhovující. U všech typů počítaných čepů byl proveden kontrolní MKP výpočet a shodoval se dostatečně s analytickým výpočtem.

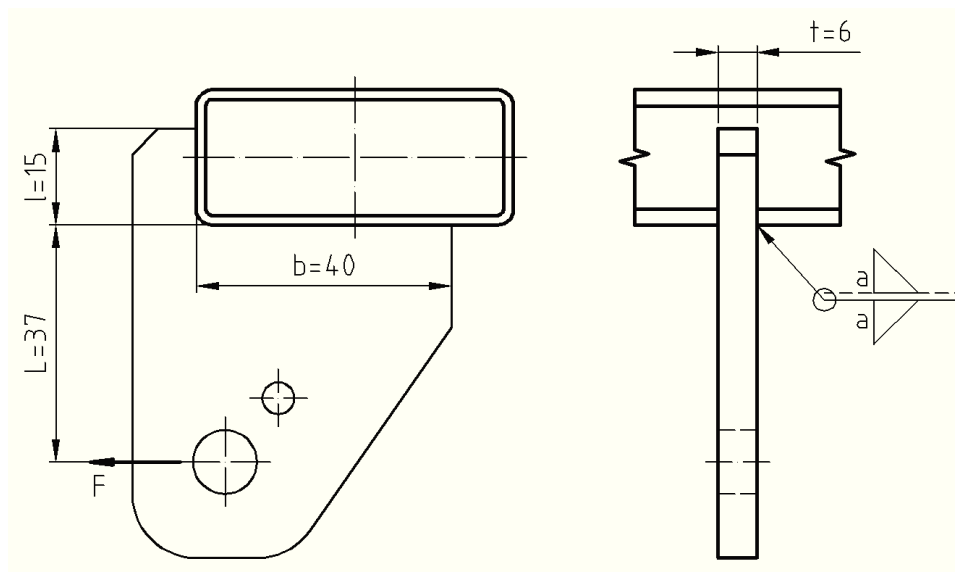
8.2 Pevnostní kontrola svarových spojů

8.2.1 Svarový spoj č. 1 – motor č. 1 zadní část motoru

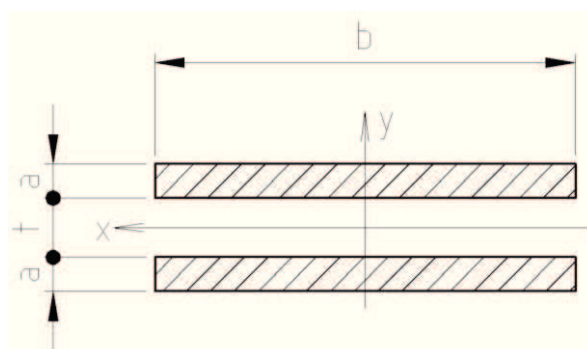


Obr. 8.4 – Svarový spoj č. 1 (úchyt pro zadní část motoru č. 1)

Jak je vidět na obrázku (obr. 8.4), tak svar je aplikován po celém obvodu styků svařovaných součástí. Je proveden zjednodušený výpočet s poloviční silou F , která působí na zjednodušený profil jednoho svaru (obr. 8.6).



Obr. 8.5 – Rozměrové hodnoty svarového spoje č. 1



Obr. 8.6 – Zjednodušený profil svaru č. 1

Velikost svaru volím $a = 2 \text{ mm}$

Dovolené napětí pro 11 523 (S355J0)

$$\sigma_{D(S355J0)} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{355}{1,2} = 295,8 \text{ MPa} \quad (8.10)$$

$R_e = 355 \text{ MPa}$ dle (6)

Maximální zátěžná síla působící na svar

$$F = \frac{F_{\check{c}1M}}{2} = \frac{7500}{2} = 3750 \text{ N} \quad (8.11)$$

Namáhání svaru od posouvající síly

$$\tau_{\parallel 1} = \frac{F}{S} = \frac{F}{2 \cdot a \cdot b} = \frac{3750}{2 \cdot 2 \cdot 40} = 23,44 \text{ MPa} \quad (8.12)$$

Dovolené napětí

$$\tau_{\parallel DVS} = k_4 \cdot \sigma_{D(S355J0)} = 0,65 \cdot 295,8 = 192,27 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (8.13)$$

kde $k_4 = 0,65$ je převodní součinitel podle (2)

Namáhání svaru od ohybového momentu

$$\tau_{\perp 1} = \frac{M_o}{W_o} = \frac{F \cdot L}{2 \cdot \frac{a \cdot b^2}{6}} = \frac{3 \cdot F \cdot L}{a \cdot b^2} = \frac{3 \cdot 3500 \cdot 37}{2 \cdot 40^2} = 121,4 \text{ MPa} \quad (8.14)$$

Dovolené napětí

$$\tau_{\perp DVS} = k_3 \cdot \sigma_{D(S355J0)} = 0,75 \cdot 295,8 = 221,85 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (8.15)$$

kde $k_3 = 0,75$ je převodní součinitel podle (2)

Tab. 8.3 - Převodní součinitelé podle ČSN 05 0120 dle (2)

Koutový svar		
čelní	k_3	0,75
boční	k_4	0,65

Celkové napětí ve svaru

$$\sigma_{red1} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp 1}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel 1}}{k_4}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{121,4}{0,75}\right)^2 + \left(\frac{23,44}{0,65}\right)^2} = 165,84 \text{ MPa} \quad (8.16)$$

Dovolené napětí

$$\sigma_{dov1} = \beta \cdot \sigma_{D(S355J0)} = 1,11 \cdot 295,8 = 328,34 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (8.17)$$

kde β je součinitel tloušťky koutového svaru (2)

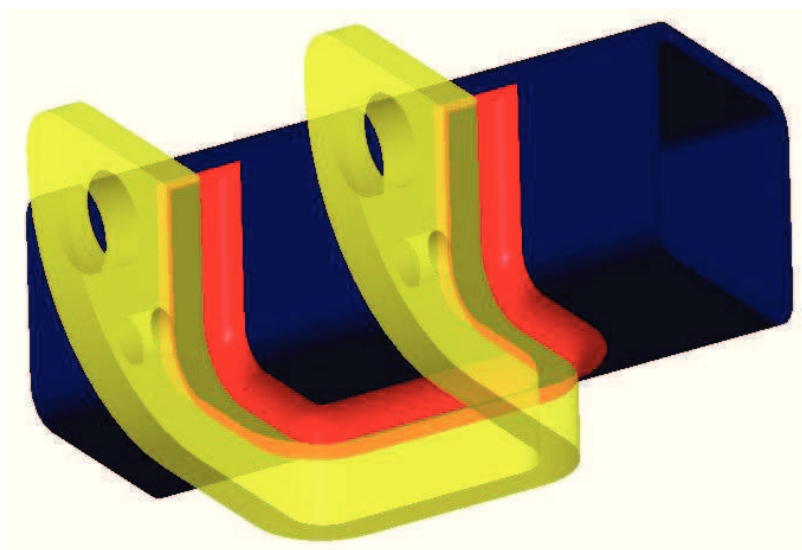
$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot z = 1,3 - 0,03 \cdot 2,82 = 1,11 \quad (8.18)$$

kde z je nosný průřez koutového svaru (2)

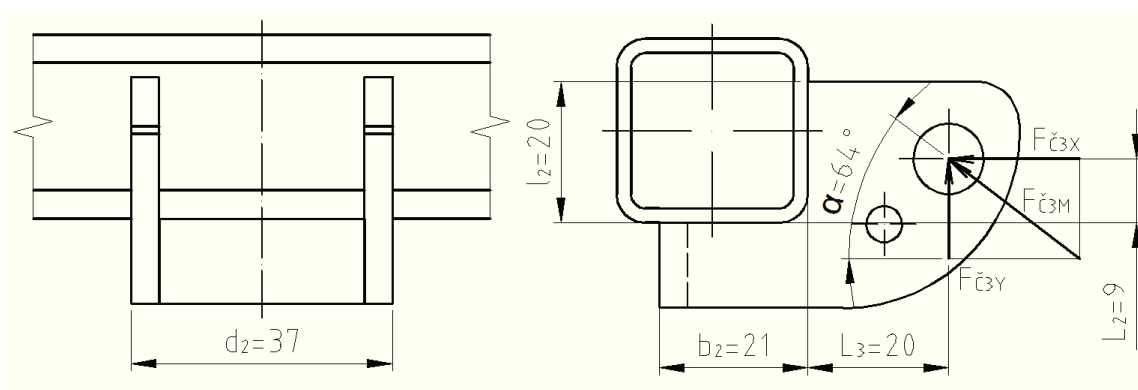
$$z = 1,41 \cdot a = 1,41 \cdot 2 = 2,82 \quad (8.19)$$

Pevnostní výpočet svaru vyhovuje.

8.2.2 Svarový spoj č. 2 – motor č. 2,3 zadní část motoru



Obr. 8.7 – Svarový spoj č. 2 (úchyt pro zadní část motoru č. 3)



Obr. 8.8 – Rozměrové hodnoty svarového spoje č. 2

Výpočet zatěžujících sil

$$\sin(\alpha) = \frac{F_{\check{c}3Y}}{F_{\check{c}3M}} \quad (8.20)$$

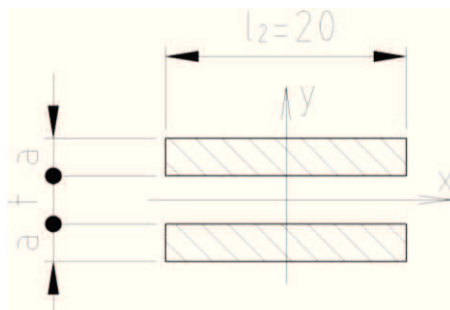
$$F_{\check{c}3Y} = F_{\check{c}3M} \cdot \sin(\alpha) = 964 \cdot \sin(64^\circ) = 866 \text{ N}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{F_{\check{c}3X}}{F_{\check{c}3M}} \quad (8.21)$$

$$F_{\check{c}3X} = F_{\check{c}3M} \cdot \cos(\alpha) = 964 \cdot \cos(64^\circ) = 422,6 \text{ N}$$

Na obrázku (obr. 8.7) je jasně viditelné, že svar je aplikován po celém obvodovém styku svařovaných součástí. Síla $F_{\check{c}3X}$, která působí téměř do středu obdélníkového profilu, bude ve

výpočtu zanedbána. Tuto sílu z největší části nepřenáší na obdélníkový profil samotný svar, ale tvarový profil úchyty. Z důvodu symetrie úchyty je proveden zjednodušený výpočet s poloviční silou $F_{\check{c}3Y}$. Pro výpočet svaru byl i v tomto případě zvolen zjednodušený profil svaru, který je viditelný na obrázku (obr. 8.9).



Obr. 8.9 – Zjednodušený profil svaru č. 2

Dovolené napětí pro 11 373 (S235JRG1)

$$\sigma_{D(S235JRG1)} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{235}{1,2} = 195,8 \text{ MPa} \quad (8.22)$$

$R_e = 235 \text{ MPa}$ dle (5)

Namáhání svaru od posouvající síly

$$\tau_{\parallel 2} = \frac{\frac{F_{\check{c}3Y}}{2}}{S_{SN}} = \frac{\frac{F_{\check{c}3Y}}{2}}{2 \cdot a \cdot l_2} = \frac{\frac{866}{2}}{2 \cdot 2 \cdot 20} = 5,41 \text{ MPa} \quad (8.23)$$

Dovolené napětí

$$\tau_{\parallel DVS} = k_4 \cdot \sigma_{D(S235JRG1)} = 0,65 \cdot 195,8 = 127,27 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (8.24)$$

kde $k_4 = 0,65$ je převodní součinitel podle (2)

Namáhání svaru od ohybového momentu

$$\tau_{\perp 2} = \frac{M_O}{W_O} = \frac{\frac{F_{\check{c}3Y}}{2} \cdot l_2}{2 \cdot \frac{a \cdot l_2^2}{6}} = \frac{\frac{866}{2} \cdot 20}{2 \cdot \frac{2 \cdot 20^2}{6}} = \frac{866 \cdot 10}{\frac{2 \cdot 20^2}{3}} = 32,48 \text{ MPa} \quad (8.25)$$

Dovolené napětí

$$\tau_{\perp DVS} = k_3 \cdot \sigma_{D(S235JRG1)} = 0,75 \cdot 195,8 = 146,85 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (8.26)$$

Celkové napětí ve svaru

$$\sigma_{red2} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp i}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel i}}{k_4}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{32,48}{0,75}\right)^2 + \left(\frac{5,41}{0,65}\right)^2} = 44,1 \text{ MPa} \quad (8.27)$$

Dovolené napětí

$$\sigma_{dov2} = \beta \cdot \sigma_{D(S235JRG1)} = 1,11 \cdot 195,8 = 217,34 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (8.28)$$

kde β je součinitel tloušťky koutového svaru (2)

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot z = 1,3 - 0,03 \cdot 2,82 = 1,11 \quad (8.29)$$

kde z je nosný průřez koutového svaru (2)

$$z = 1,41 \cdot a = 1,41 \cdot 2 = 2,82 \quad (8.30)$$

Pevnostní výpočet svaru vyhovuje.

9. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout nové konstrukční řešení kinematiky pohonu sedadla do vlaku. Principem celé práce bylo nahrazení nyní již používané jednomotorové varianty pohonu sedadla variantou, která se skládá z pohonu tří na sobě nezávislých motorů. Tento aspekt byl vznesen z důvodu zvyšujících se požadavků na komfort při cestování vlakem.

V první části práce byl proveden rozbor již stávající konstrukční varianty s jedním motorem, který obsahuje popis fungování celé konstrukce sedadla. Součástí tohoto rozboru je také stanovení rozsahů pohybů sedadla, které jsou a musí být zachovány také ve mnou navrhované variantě.

V druhé části práce se nachází popis vznešeného požadavku na možnou konstrukci úchytů motorů, která by umožňovala délkové seřízení používaných motorů v konstrukci a to z důvodů nepřesné výroby používaných motorů. Jako poslední část této kapitoly, byly popsány zákonitosti, které jsou nezbytné pro sestavení varianty se třemi na sobě nezávislými motory.

V další a také nejrozsáhlejší části práce jsou popsány druhy návrhových variant pro konstrukci s použitím třech motorů. Je zde chronologicky popsán postup při návrhu každé této varianty a následně popsány vzniklé problémy, které se ukázaly po začlenění všech prvků do celkové konstrukce sedadla. Dle předpokladů se vyskytly největší problémy s nedostatkem místa pro zástavbovou velikost použitých motorů a u konstrukce seřizovacích mechanismů, které slouží k délkové korekci motorů. Z výsledků této kapitoly po mnoha návrhových variantách vyplynulo finální řešení, které bylo následně schváleno firmou BORCAD a byla zahájena výroba prototypu. Pro výrobu byla zhotovena úplná výkresová dokumentace od všech navrhnutých prvků až po dokumentaci začlenění prvků do již stávající konstrukce sedadla.

Na již finální a schválené variantě byly provedeny kontrolní pevnostní výpočty u určených nebezpečných míst. Jelikož všechny konstrukční varianty úchytů jsou k rámu sedadla přichyceny pomocí svarového spoje, byly v místech nejvyššího zjištěného namáhání provedeny kontrolní výpočty svarů. Dále byly podrobeny kontrole použité otočné čepy, které slouží k uchycení motorů a přenášejí všechna zatížení z motoru na konstrukci sedadla.

Veškeré stanovené cíle diplomové práce byly splněny.

10. Seznam použité literatury

1. Ing. Leinveber, J.; Ing. Vávra, P. *Strojnické tabulky*, 1st ed.; ALBRA - pedagogické nakladatelství: Úvaly, 2003.
2. KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací*. 1. vyd., Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2008. 91 s. ISBN 978-80-248-1290-8.
3. DEJL, Z. *Konstrukce strojů a zařízení I Spojovací části strojů*. Ostrava: MONTANEX a.s., 2000. ISBN 80-7225-018-3
4. Shigley, J. E.; Mischke, Ch. R.; Budynas, R. G. *Konstruování strojních součástí*; VUTUM: Brno, 2010.
5. ČSN 41 1373. *Ocel 11 373*. Dobrá: Zpracovatel: VÚHŽ, a. s., 1994. 24 p.
6. ČSN 41 1523. *Ocel 11 523*. Dobrá: Zpracovatel: VÚHŽ, a. s., 1994. 20 p.
7. ČSN EN 10088-3. *Korozivzdorné oceli*. Praha: Zpracovatel: Ing. Jan Weischera, Kladno, 2006. 59 p.
8. ČSN EN 10087. *Oceli automatové*. Praha: Zpracovatel: NORTECH, 1998. 21 p.
9. DIN 6319. *Kugelscheiben- Kegelpfannen*. DIN, 2001. 4 p.
10. UIC 566-3ed. Loadings of coach bodies and their components. UIC, 1990.

Internetové zdroje

11. BORCAD cz s.r.o. Vlakové sedadlo EXCELLENT. <http://borcad.cz/vlakove-sedadlo-excellent/> (accessed April 02, 2012).
12. LINEÁRNÍ AKUMULÁTORY, 2012. LINAK. <http://www.linak.cz/products/Linear-Actuators.aspx> (accessed March 15, 2012).

Katalogy

13. LINAK. *ACTUATOR LA31: Product data sheet*. 2010. Dostupné z: <http://catalog.linak.com/Linak/ENGLISH/DATASHEET/LinearActuatorLA31CDataSheetEng/>
14. LINAK. *ACTUATOR LA27: Product data sheet*. 2010. Dostupné z: <http://catalog.linak.com/Linak/ENGLISH/DATASHEET/LinearActuatorLA27DataSheetEng/>
15. LINAK. *ACTUATOR LA27: Product data sheet*. 2010. Dostupné z: <http://catalog.linak.com/Linak/ENGLISH/DATASHEET/LinearActuatorLA23CDataSheetEng/>

11. Přílohy

V papírové podobě:

PŘÍLOHA 8 – KLEC ÚCHYTU MOT. 3	(VPH-100.09_P1)
PŘÍLOHA 20 – SVAŘENEC ČEPU 1	(VPH-100.05_P1)
PŘÍLOHA 25 – ÚCHYT PODNOŽNÍHO DÍLU	(VPH-100.27_P1)
PŘÍLOHA 27 – LA31 VPH10023_P1	(VPH-100.23_P1)

Elektronicky přiloženém DVD médiu:

Výrobní výkresy:

PŘÍLOHA 1 – VZPĚRA MOTORU Č. 2	(VPH-100.01_P1)
PŘÍLOHA 2 – USTAVUJÍCÍ DESKA	(VPH-100.02_P1)
PŘÍLOHA 3 – ČEP	(VPH-100.03_P1)
PŘÍLOHA 4 – PŘÍDRŽKA ČEPU	(VPH-100.04_P1)
PŘÍLOHA 5 – RAMENO	(VPH-100.06_P1)
PŘÍLOHA 6 – PODPŮRNÁ DESKA	(VPH-100.07_P1)
PŘÍLOHA 7 – ÚCHYT MOTORU 3	(VPH-100.08_P1)
PŘÍLOHA 8 – KLEC ÚCHYTU MOT. 3	(VPH-100.09_P1)
PŘÍLOHA 9 – VYMEZOVACÍ DESKA	(VPH-100.10_P1)
PŘÍLOHA 10 – ÚCHYTNÁ DESKA MOT. 1	(VPH-100.11_P1)
PŘÍLOHA 11 – NASTAVOVACÍ ČLEN	(VPH-100.12_P1)
PŘÍLOHA 12 – VYROVNÁVACÍ DESKA	(VPH-100.13_P1)
PŘÍLOHA 13 – ÚCHYT MOTORU Č. 1	(VPH-100.26_P1)
PŘÍLOHA 14 – ÚCHYT MOTORU Č. 3	(VPH-100.28_P1)
PŘÍLOHA 15 – PŘÍČNÍK 1	(VPH-100.29_P1)
PŘÍLOHA 16 – PŘÍČNÍK 2	(VPH-100.30_P1)
PŘÍLOHA 17 – POJISTNÁ VZPĚRA	(VPH-100.31_P1)
PŘÍLOHA 18 – ÚCHYT MOTORU Č. 1	(VPH-100.32_P1)
PŘÍLOHA 19 – VZPĚRA MOTORU 1	(VPH-100.33_P1)

Sestavné výkresy:

PŘÍLOHA 20 – SVAŘENEC ČEPU 1	(VPH-100.05_P1)
PŘÍLOHA 21 – SVAŘENEC ČEPU 2	(VPH-100.18_P1)
PŘÍLOHA 22 – SVAŘENEC ČEPU 3	(VPH-100.19_P1)
PŘÍLOHA 23 – SESTAVA ÚCHYTU MOT. 1	(VPH-100.20_P1)
PŘÍLOHA 24 – SVAŘENEC S PODLOŽKOU	(VPH-100.22_P1)
PŘÍLOHA 25 – ÚCHYT PODNOŽNÍHO DÍLU	(VPH-100.27_P1)
PŘÍLOHA 26 – SVAŘENEC ÚCH. MOT. 1	(VPH-100.14_P1)

Výkresy motorů:

PŘÍLOHA 27 – LA31 VPH10023_P1	(VPH-100.23_P1)
PŘÍLOHA 28 – LA23 VPH10024_P1	(VPH-100.24_P1)
PŘÍLOHA 29 – LA23 VPH10025_P1	(VPH-100.25_P1)

Ostatní:

PŘÍLOHA 30 – KOMPLETNÍ DIPLOMOVÁ PRÁCE V ELEKTRONICKÉ PODOBĚ

12. Poděkování

Rád bych tímto poděkoval doc. Ing. Zdeňkovi Foltovi, Ph. D. za trpělivost, cenné rady, podněty a celkové vedení při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat pánům Ing. Petru Mílovi, Ing. Bronislavu Siudovi a Ing. Petru Balharovi z firmy BORCAD cz s.r.o. za cenné rady a výbornou spolupráci při jejím řešení. Také děkuji společnosti BORCAD cz s.r.o. za možnost zpracování této práce.